

**WO 2006/051645 A1**



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

### 情報記録媒体とその製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、光学的にまたは電氣的に情報を記録、消去、書き換え、及び／または再生する情報記録媒体及びその製造方法に関するものである。

#### 背景技術

[0002] 従来の情報記録媒体として、その記録層（相変化材料層）が結晶相と非晶質相との間で相変化を生じる現象を利用する相変化形情報記録媒体がある。この相変化形情報記録媒体の中で、レーザビームを用いて光学的に情報を記録、消去、書き換え、再生するのが光学的相変化形情報記録媒体である。この光学的相変化形情報記録媒体は、レーザビームの照射により発生する熱によって記録層の相変化材料を結晶相と非晶質相との間で状態変化させ、結晶相と非晶質相との間の反射率の違いを検出して情報として読みとるものである。光学的相変化形情報記録媒体のうち、情報の消去や書き換えが可能な書き換え型光学的相変化形情報記録媒体においては、一般に記録層の初期状態は結晶相であり、情報を記録する場合には高パワー（記録パワー）のレーザビームを照射して記録層を熔融して急激に冷却することによって、レーザ照射部を非晶質相にする。一方、情報を消去する場合には、記録時より低いパワー（消去パワー）のレーザビームを照射して記録層を昇温して徐冷することにより、レーザ照射部を結晶相にする。従って、書き換え型光学的相変化形情報記録媒体では、高パワーレベルと低パワーレベルとの間でパワー変調させたレーザビームを記録層に照射することによって、記録されている情報を消去しながら新しい情報を記録または書き換えすることが可能である。また、光学的相変化形情報記録媒体のうち、一回だけ情報の記録が可能で情報の消去や書き換えが不可能な追記型光学的相変化形情報記録媒体においては、一般に記録層の初期状態は非晶質相であり、情報を記録する場合には高パワー（記録パワー）のレーザビームを照射して記録層を昇温して徐冷することによってレーザ照射部を結晶相にする。

上記レーザビームを照射する代わりに、電氣的エネルギー（たとえば電流）の印加

により発生するジュール熱によって記録層の相変化材料を状態変化させることによって情報を記録する電氣的相変化形情報記録媒体もある。この電氣的相変化形情報記録媒体は、電流の印加により発生するジュール熱によって記録層の相変化材料を結晶相(低抵抗)と非晶質相(高抵抗)との間で状態変化させ、結晶相と非晶質相との間の電気抵抗の違いを検出して情報として読みとるものである。

光学的相変化形情報記録媒体の例として、発明者らが商品化した4. 7GB/DVD-RAMが挙げられる。4. 7GB/DVD-RAMの構成は、図12の情報記録媒体12に示すように、基板1上に、レーザ入射側から見て、第1誘電体層2、第1界面層3、記録層4、第2界面層5、第2誘電体層6、光吸収補正層7、反射層8を順に備えた7層構成である。

第1誘電体層2と第2誘電体層6は、光学距離を調節して記録層4への光吸収効率を高め、結晶相と非晶質相との反射率変化を大きくして信号強度を大きくする光学的な働きと、記録時に高温となる記録層4から熱に弱い基板1、ダミー基板10等を断熱する熱的な働きがある。以前より使用している、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}(\text{mol}\%)$ は、透明且つ高屈折率であり、低熱伝導率で断熱性も良く、機械特性及び耐湿性も良好な優れた誘電体材料である。なお、第1誘電体層2と第2誘電体層6の膜厚は、マトリクス法に基づく計算により、記録層4の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きく、且つ記録層4での光吸収が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

記録層4には、化合物である $\text{GeTe}$ と $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ を混合した $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 擬二元系相変化材料においてGeの一部をSnで置換した $(\text{Ge}-\text{Sn})\text{Te}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ を含む高速結晶化材料を用いることにより、初期記録書き換え性能のみならず、優れた記録保存性(記録した信号を、長期保存後に再生できるかの指標)、及び書き換え保存性(記録した信号を、長期保存後に消去または書き換えできるかの指標)をも実現している。

第1界面層3と第2界面層5は、第1誘電体層2と記録層4、及び第2誘電体層6と記録層4との間で生じる物質移動を防止する機能を有する。この物質移動とは、第1誘電体層2及び第2誘電体層6に $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}(\text{mol}\%)$ を使用した場合に、レーザ

ビームを記録層4に照射して記録・書き換えを繰り返す際、S(硫黄)が記録層に拡散していく現象のことである。Sが記録層に拡散すると、繰り返し書き換え性能が悪化する。この繰り返し書き換え性能の悪化を防ぐには、Geを含む窒化物を第1界面層3及び第2界面層5に使用すると良い(例えば、特許文献1参照)。

以上のような技術により、優れた書き換え性能と高い信頼性を達成し、4. 7GB/DVD-RAMを商品化するに至った。

また、情報記録媒体をさらに大容量化するための技術として、さまざまな技術が検討されている。例えば、光学的相変化形情報記録媒体においては、従来の赤色レーザーより短波長の青紫色レーザーを用いたり、レーザービームが入射する側の基板の厚さを薄くして開口数(NA)が大きい対物レンズを使用したりすることによって、レーザービームのスポット径をより小さくして高密度の記録を行う技術が検討されている。スポット径を小さくして記録を行うと、レーザービームが照射される領域がより小さく限定されるため、記録層で吸収されるパワー密度が増大して体積変動が大きくなる。従って、物質移動が生じやすくなり、 $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$ のようなSを含む材料を記録層に接して用いると、繰り返し書き換え性能が悪化する。

また、2つの情報層を備える光学的相変化形情報記録媒体(以下、2層光学的相変化形情報記録媒体という場合がある)を用いて記録容量を2倍に高め、且つその片側から入射するレーザービームによって2つの情報層の記録再生を行う技術も検討されている(例えば、特許文献2及び特許文献3参照)。この2層光学的相変化形情報記録媒体では、レーザービームの入射側に近い情報層(以下、第1の情報層という)を透過したレーザービームを用いて、レーザービームの入射側から遠い情報層(以下、第2の情報層という)の記録再生を行うため、第1の情報層では記録層の膜厚を極めて薄くして透過率を高めている。しかし、記録層が薄くなると、記録層に接している層からの物質移動の影響が大きくなるため、 $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$ のようなSを含む材料を記録層に接して用いると、繰り返し書き換え性能が急激に悪化する。

従来、発明者らは上記のような場合、界面層に4. 7GB/DVD-RAMと同様にGeを含む窒化物を記録層の両側に配置して、物質移動の影響を軽減し、繰り返し書き換え性能の悪化を防いでいた。

しかしながら、レーザビームのスポット径をより小さくして高密度の記録を行う光学的相変化形情報記録媒体では、情報を記録する際により大きなエネルギー（レーザパワー）が記録層に照射される。このため、従来のGeを含む窒化物を界面層に用いると、記録層で発生した熱で界面層の膜破壊が生じ、それに伴って誘電体層からのSの拡散を抑制できなくなるために繰り返し書き換え性能が急激に悪化するという課題があった。

また、Geを含む窒化物は熱伝導率が高いため、誘電体層からのSの拡散を抑制するために界面層を厚くした構成では熱が拡散しやすくなっていた。このことから、記録感度が低下するという課題をも有していた。

特許文献1:特開平10-275360号公報(第2-6頁、図2)

特許文献2:特開2000-36130号公報(第2-11頁、図2)

特許文献3:特開2002-144736号公報(第2-14頁、図3)

## 発明の開示

[0003] 本発明は、前記従来の課題を解決するもので、繰り返し書き換え性能及び記録感を同時に向上した相変化形情報記録媒体を提供することを目的とする。

前記従来の課題を解決するために、本発明の情報記録媒体は、レーザビームの照射または電流の印加によって情報を記録及び／または再生し得る記録層と、誘電体層とを少なくとも備え、誘電体層が、M1(但し、M1はSc、Y、La、Gd、Dy及びYbから選ばれる少なくとも一つの元素)とOを含む。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感を向上させることができる。

本発明の情報記録媒体は、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、少なくとも一つの情報層が、レーザビームの照射または電流の印加によって情報を記録及び／または再生し得る記録層と、誘電体層とを少なくとも備え、誘電体層が、M1とOを含む。

これにより、相変化形情報記録媒体において、繰り返し書き換え性能及び記録感が向上した情報層を得ることができる。

誘電体層は、さらにM2(但し、M2はZr、Hf及びSiから選ばれる少なくとも一つの

元素)を含んでもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能をさらに向上させることができる。

誘電体層は、さらにM3(但し、M3はAl、Ga、Mg、Zn、Ta、Ti、Ce、In、Sn、Te、Nb、Cr、Bi、Al、Cr、Ge、N及びCから選ばれる少なくとも一つの元素)を含んでもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上させることができる。

誘電体層の組成は、組成式 $M1_a M2_b O_{100-a-b}$ (但し、 $10 < a < 40$ 、 $0 < b < 25$ (原子%))と表されてもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能を向上させることができる。

また、誘電体層の組成は、組成式 $M1_c M3_d O_{100-c-d}$ (但し、 $5 < c < 45$ 、 $0 < d < 85$ 、 $25 < c + d < 95$ (原子%))と表されてもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上させることができる。

また、誘電体層の組成は、組成式 $M1_e M2_f M3_g O_{100-e-f-g}$ (但し、 $5 < e < 40$ 、 $0 < f < 25$ 、 $0 < g < 85$ 、 $25 < e + f + g < 95$ (原子%))と表されてもよい。

これによっても、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上させることができる。

誘電体層は、 $M1_2 O_3$ を含んでもよい。

これによっても、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上させることができる。

また、誘電体層は、 $M1_2 O_3 - M2O_2$ と表されてもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能をさらに向上させることができる。

誘電体層は、さらにD(但し、Dは $Al_2 O_3$ 、 $Ga_2 O_3$ 、 $MgO$ 、 $ZnO$ 、 $Ta_2 O_5$ 、 $TiO_2$ 、 $CeO_2$ 、 $In_2 O_3$ 、 $SnO_2$ 、 $TeO_2$ 、 $Nb_2 O_5$ 、 $Cr_2 O_3$ 、 $Bi_2 O_3$ 、 $AlN$ 、 $Cr-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Si_3 N_4$ 及

びSiCから選ばれる少なくとも一つの化合物)を含んでもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上させることができる。

誘電体層の組成は、組成式  $(M1)_2 O_3 (M2O)_x$  (但し、 $20 \leq x \leq 95$  (mol%)) と表されてもよい。

これによっても、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能を向上させることができる。

また、誘電体層の組成は、組成式  $(M1)_2 O_3 (D)_{100-y}$  (但し、 $20 \leq y \leq 95$  (mol%)) と表されてもよい。

これによっても、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上させることができる。

また、誘電体層の組成は、組成式  $(M1)_2 O_3 (M2O)_z (D)_w$  (但し、 $20 \leq z \leq 90$ 、 $5 \leq w \leq 75$ 、 $25 \leq z+w \leq 95$  (mol%)) と表されてもよい。

これによっても、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上させることができる。

本発明の情報記録媒体における記録層は、結晶相と非晶質相との間で相変化を起こす層である。

記録層は、Sb、Bi、In及びSnから選ばれる少なくとも一つの元素と、Geと、Teとを含んでもよい。

また、記録層は、 $(Ge-Sn)Te$ 、 $GeTe-Sb_2Te_3$ 、 $(Ge-Sn)Te-Sb_2Te_3$ 、 $GeTe-Bi_2Te_3$ 、 $(Ge-Sn)Te-Bi_2Te_3$ 、 $GeTe-(Sb-Bi)_2Te_3$ 、 $(Ge-Sn)Te-(Sb-Bi)_2Te_3$ 、 $GeTe-(Bi-In)_2Te_3$  及び  $(Ge-Sn)Te-(Bi-In)_2Te_3$  のいずれかで表されてもよい。

これらにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能を向上させることができる。

本発明の情報記録媒体は、誘電体層と記録層との間に、界面層をさらに備えてもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能を向上させることがで



きる。

界面層は、Zr、Hf、Y及びSiから選ばれる少なくとも一つの元素と、Ga、In及びCrから選ばれる少なくとも一つの元素と、Oとを含んでもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能をさらに向上させることができる。

界面層は、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 及び $\text{SiO}_2$ から選ばれる少なくとも一つの酸化物と、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 及び $\text{Cr}_2\text{O}_3$ から選ばれる少なくとも一つの酸化物とを含んでもよい。

これによっても、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能をさらに向上させることができる。

本発明の情報記録媒体において、M1は、Dyであってもよい。

また、M1は、DyとYの混合物であってもよい。

これらにより、相変化形情報記録媒体の繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上させることができる。

本発明の情報記録媒体の製造方法は、記録層を成膜する工程及び誘電体層を成膜する工程を少なくとも含み、誘電体層を成膜する工程において、少なくともM1(但し、M1はSc、Y、La、Gd、Dy及びYbから選ばれる少なくとも一つの元素)とOを含むスパッタリングターゲットを用いる。

これにより、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

また、本発明の情報記録媒体の製造方法は、少なくとも二つの情報層を成膜する工程を含み、少なくとも一つの情報層を成膜する工程が、記録層を成膜する工程及び誘電体層を成膜する工程を少なくとも含み、誘電体層を成膜する工程において、少なくともM1(但し、M1はSc、Y、La、Gd、Dy及びYbから選ばれる少なくとも一つの元素)とOを含むスパッタリングターゲットを用いてもよい。

これにより、相変化形情報記録媒体において、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した情報層を作製できる。

誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、さらにM2(但し、M2はZr、Hf及びSiから選ばれる少なくとも一つの元素)を含んでもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

また、誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、さらにM3(但し、M3はAl、Ga、Mg、Zn、Ta、Ti、Ce、In、Sn、Te、Nb、Cr、Bi、Al、Cr、Ge、N及びCから選ばれる少なくとも一つの元素)を含んでもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、組成式 $M1_h M2_i O_{100-h-i}$ (但し、 $5 < h < 45$ 、 $0 < i < 30$ (原子%))と表されてもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

また、誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、組成式 $M1_j M3_k O_{100-j-k}$ (但し、 $0 < j < 50$ 、 $0 < k < 90$ 、 $20 < j+k < 100$ (原子%))と表されてもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

また、誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、組成式 $M1_l M2_m M3_n O_{100-l-m-n}$ (但し、 $0 < l < 45$ 、 $0 < m < 30$ 、 $0 < n < 90$ 、 $20 < l+m+n < 100$ (原子%))と表されてもよい。

これによっても、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、 $M1_2 O_3$ を含んでもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

また、誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットの組成は、 $M1_2 O_3 - M2O_2$ と表されてもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

。

誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、さらにD(但し、Dは $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 及び $\text{SiC}$ から選ばれる少なくとも一つの化合物)を含んでもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、組成式 $(\text{M1}_2\text{O})_3(\text{M2O})_{100-s}$ (但し、 $15 \leq s < 100$ (mol%))と表されてもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

。

また、誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、組成式 $(\text{M1}_2\text{O})_3(\text{D})_{100-t}$ (但し、 $15 \leq t < 100$ (mol%))と表されてもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

また、誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットは、組成式 $(\text{M1}_2\text{O})_3(\text{M2O})_2(\text{D})_{100-u-v}$ (但し、 $15 \leq u \leq 95$ 、 $0 < v \leq 80$ 、 $15 < u + v < 100$ (mol%))と表されてもよい。

これによっても、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

本発明の情報記録媒体の製造方法において、記録層を成膜する工程と誘電体層を成膜する工程の間に、界面層を成膜する工程をさらに備えてもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能がさらに向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

誘電体層を成膜する工程において、Arガスを用いるか、またはArガスと $\text{O}_2$ ガスとの混合ガスを用いてもよい。

これにより、繰り返し書き換え性能及び記録感度が向上した相変化形情報記録媒体を作製できる。

以上、本発明の相変化形情報記録媒体によれば、繰り返し書き換え性能及び記録感度を向上することができる。また、本発明の相変化形情報記録媒体の製造方法によれば、本発明の相変化形情報記録媒体を容易に製造することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0004] [図1]本発明の1層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図。
- [図2]本発明のN層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図。
- [図3]本発明の2層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図。
- [図4]本発明の1層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図。
- [図5]本発明のN層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図。
- [図6]本発明の2層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図。
- [図7]本発明の情報記録媒体の記録再生に用いられる記録再生装置について構成の一部を模式的に示す図。
- [図8]本発明の情報記録媒体、及び電気的情報記録再生装置について構成の一部を模式的に示す図。
- [図9]本発明の大容量の電気的情報記録媒体について構成の一部を模式的に示す図。
- [図10]本発明の電気的情報記録媒体とその記録再生システムについて構成の一部を模式的に示す図。
- [図11]本発明の電気的情報記録媒体の記録・消去パルス波形の一例を示す図。
- [図12]4. 7GB/DVD-RAMについて層構成の一例を示す一部断面図。

### 符号の説明

- [0005] 1, 14, 26, 30, 39 基板

- 2, 102, 302, 401 第1誘電体層
- 3, 103, 303 第1界面層
- 4, 104 記録層
- 5, 105, 305 第2界面層
- 6, 106, 306, 402 第2誘電体層
- 7 光吸収補正層
- 8, 108 反射層
- 9, 27 接着層
- 10, 28 ダミー基板
- 11 レーザビーム
- 12, 15, 22, 24, 29, 31, 32, 37 情報記録媒体
- 13 透明層
- 16, 18, 21 情報層
- 17, 19, 20 光学分離層
- 23 第1情報層
- 25 第2情報層
- 33 スピンドルモータ
- 34 対物レンズ
- 35 半導体レーザ
- 36 光学ヘッド
- 38 記録再生装置
- 40 下部電極
- 41, 204 第1記録層
- 42, 304 第2記録層
- 43 上部電極
- 44, 51 電気的情報記録媒体
- 45 印加部
- 46, 59 抵抗測定器

47, 49 スイッチ  
48, 58 パルス電源  
50 電気的情報記録再生装置  
52 ワード線  
53 ビット線  
54 メモリセル  
55 アドレス指定回路  
56 記憶装置  
57 外部回路  
107, 307 界面層  
202 第3誘電体層  
203 第3界面層  
205 第4界面層  
206 第4誘電体層  
208 第1反射層  
209 透過率調整層  
308 第2反射層  
501, 502, 503, 504, 505, 508, 509 記録波形  
506, 507 消去波形

#### 発明を実施するための最良の形態

[0006] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施の形態は一例であり、本発明は以下の実施の形態に限定されない。また、以下の実施の形態では、同一の部分については同一の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。

##### (実施の形態1)

実施の形態1では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施の形態1の情報記録媒体15の一部断面図を図1に示す。情報記録媒体15は、レーザービーム11の照射によって情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体である。

情報記録媒体15では、基板14上に成膜された情報層16、及び透明層13により構成されている。透明層13の材料は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂等の樹脂、あるいは誘電体等からなり、使用するレーザビーム11に対して光吸収が小さいことが好ましく、短波長域において光学的に複屈折が小さいことが好ましい。また、透明層13は、透明な円盤状のポリカーボネートまたはアモルファスポリオレフィンまたはPMMA等の樹脂またはガラスを用いてもよい。この場合、透明層13は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂等の樹脂によって第1誘電体層102に貼り合わせる事が可能である。

レーザビーム11の波長 $\lambda$ は、レーザビーム11を集光した際のスポット径が波長 $\lambda$ によって決まってしまう(波長 $\lambda$ が短いほど、より小さなスポット径に集光可能)ため、高密度記録の場合、特に450nm以下であることが好ましく、また、350nm未満では透明層13等による光吸収が大きくなってしまうため、350nm～450nmの範囲内であることがより好ましい。

基板14は、透明で円盤状の基板である。基板14は、例えば、ポリカーボネートやアモルファスポリオレフィンやPMMA等の樹脂、またはガラスを用いることができる。

基板14の情報層16側の表面には、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成されていてもよい。基板14の情報層16側と反対側の表面は、平滑であることが好ましい。基板14の材料としては、転写性・量産性に優れ、低コストであることから、ポリカーボネートが特に有用である。なお、基板14の厚さは、十分な強度があり、且つ情報記録媒体15の厚さが1.2mm程度となるよう、0.5mm～1.2mmの範囲内であることが好ましい。なお、透明層13の厚さが0.6mm程度(NA=0.6で良好な記録再生が可能)の場合、5.5mm～6.5mmの範囲内であることが好ましい。また、透明層13の厚さが0.1mm程度(NA=0.85で良好な記録再生が可能)の場合、1.05mm～1.15mmの範囲内であることが好ましい。

以下、情報層16の構成について詳細に説明する。

情報層16は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第1誘電体層102、第1界面層103、記録層104、第2界面層105、第2誘電体層106、及び反射層108を備える。

第1誘電体層102は、誘電体からなる。この第1誘電体層102は、記録層104の酸化、腐食、変形等を防止する働きと、光学距離を調整して記録層104の光吸収効率を高める働き、及び記録前後の反射光量の変化を大きくして信号強度を大きくする働きとを有する。第1誘電体層102には、例えば $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sc}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 等の酸化物を用いることができる。また、 $\text{C-N}$ 、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Nb-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$ 等の窒化物を用いることもできる。また、 $\text{ZnS}$ 等の硫化物や $\text{SiC}$ 等の炭化物、 $\text{LaF}_3$ 等の弗化物、及び $\text{C}$ を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。例えば、 $\text{ZnS}$ と $\text{SiO}_2$ との混合物である $\text{ZnS-SiO}_2$ は、第1誘電体層102の材料として特に優れている。 $\text{ZnS-SiO}_2$ は、非晶質材料で、屈折率が高く、成膜速度が速く、機械特性及び耐湿性が良好である。

第1誘電体層102の膜厚は、マトリクス法に基づく計算により、記録層104の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

第1界面層103は、繰り返し記録によって第1誘電体層102と記録層104との間で生じる物質移動を防止する働きがある。また、記録層104の結晶化を促進する働きもある。第1界面層103は、光の吸収が少なく記録の際に溶けない高融点な材料で、且つ、記録層104との密着性が良い材料であることが好ましい。記録の際に溶けない高融点な材料であることは、高パワーのレーザービーム11を照射した際に、溶けて記録層104に混入しないために必要な特性である。第1界面層103の材料が混入すると、記録層104の組成が変わり、書き換え性能が著しく低下する。また、記録層104と密着性が良い材料であることは、信頼性確保に必要な特性である。

第1界面層103には、第1誘電体層102と同様の系の材料を用いることができる。その中でも、特に $\text{Cr}$ と $\text{O}$ を含む材料を用いると、記録層104の結晶化をより促進するため好ましい。その中でも、 $\text{Cr}$ と $\text{O}$ が $\text{Cr}_2\text{O}_3$ を形成した酸化物を含むことが好ましい。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ は記録層104との密着性が良い材料である。

また、第1界面層103には、特に $\text{Ga}$ と $\text{O}$ を含む材料を用いることもできる。その中で



も、GaとOが $\text{Ga}_2\text{O}_3$ を形成した酸化物を含むことが好ましい。 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ は記録層104との密着性が良い材料である。

また、第1界面層103には、特にInとOを含む材料を用いることもできる。その中でも、InとOが $\text{In}_2\text{O}_3$ を形成した酸化物を含むことが好ましい。 $\text{In}_2\text{O}_3$ は記録層104との密着性が良い材料である。

また、第1界面層103には、CrとO、GaとO、またはInとOの他に、Zr、Hf及びYから選ばれる少なくとも一つの元素をさらに含んでもよい。 $\text{ZrO}_2$ 及び $\text{HfO}_2$ は、透明で融点が約2700～2800℃と高く、且つ酸化物の中では熱伝導率が低い材料で、繰り返し書き換え性能が良い。また、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ は透明な材料で、且つ $\text{ZrO}_2$ 及び $\text{HfO}_2$ を安定化させる働きがある。この3種類の酸化物を混合することによって、記録層104と部分的に接して形成しても、繰り返し書き換え性能に優れ、信頼性の高い情報記録媒体15が実現できる。

記録層104との密着性を確保するため、第1界面層103中の $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、または $\text{In}_2\text{O}_3$ の含有量は10mol%以上あることが好ましい。さらに、第1界面層103中の $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の含有量は第1界面層103での光吸収を小さく保つため70mol%以下であることが好ましい( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ が多くなると光吸収が増加する傾向にある)。

第1界面層103には、Cr、Ga、In、Zr、Hf、Y及びOの他に、さらにSiを含む材料を用いても良い。 $\text{SiO}_2$ を含ませることにより、透明性が高くなり、記録性能に優れた第1情報層16を実現できる。第1界面層103中の $\text{SiO}_2$ の含有量は5mol%以上あることが好ましく、記録層104との密着性を確保するため50mol%以下であることが好ましい。より好ましくは、10mol%以上40mol%以下であることが好ましい。

第1界面層103の膜厚は、第1界面層103での光吸収によって情報層16の記録前後の反射光量の変化が小さくならないよう、0.5nm～15nmの範囲内であることが望ましく、1nm～7nmの範囲内にあることがより好ましい。

第2界面層105は、第1界面層103と同様に、繰り返し記録によって第2誘電体層106と記録層104との間で生じる物質移動を防止する働きがある。また、記録層104の結晶化を促進する働きもある。第2界面層105には、第1誘電体層102と同様の系の材料を用いることができる。その中でも、特にGaとOを含む材料を用いることが好まし

い。その中でも、GaとOが $\text{Ga}_2\text{O}_3$ を形成した酸化物を含むことが好ましい。また、第2界面層105には、特にCrとOを含む材料を用いることもできる。その中でも、CrとOが $\text{Cr}_2\text{O}_3$ を形成した酸化物を含むことが好ましい。また、第2界面層105には、特にInとOを含む材料を用いることもできる。その中でも、InとOが $\text{In}_2\text{O}_3$ を形成した酸化物を含むことが好ましい。また、第1界面層103と同様に、CrとO、GaとO、またはInとOの他に、Zr、Hf及びYから選ばれる少なくとも一つの元素をさらに含んでもよいし、Cr、Ga、In、Zr、Hf、Y及びOの他に、さらにSiを含む材料を用いても良い。第2界面層105は第1界面層103より密着性が悪い傾向にあるため、第2界面層105中の $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ または $\text{In}_2\text{O}_3$ の含有量は第1界面層103のそれより多い20mol%以上であることが好ましい。

第2界面層105の膜厚は、第1界面層103と同様に、0.5nm～15nmの範囲内であることが望ましく、1nm～7nmの範囲内にあることがより好ましい。

第2誘電体層106には、第1誘電体層102と同様の系の材料を用いることができる。その中でも、特にM1(但し、M1はSc、Y、La、Gd、Dy及びYbから選ばれる少なくとも一つの元素)とOを含む材料を用いることが好ましい。その中でも、M1とOが $\text{M}_2\text{O}_3$ を形成した酸化物を含むことが好ましい。 $\text{M}_2\text{O}_3$ は、熱伝導率が低く且つSを含まない材料であるため、第2誘電体層106として優れた材料であり、もちろん第1誘電体層102としても使用可能である。

また、第2誘電体層106には、M1とOの他に、さらにM2(但し、M2はZr、Hf及びSiから選ばれる少なくとも一つの元素)を含む材料を用いることもできる。その中でも、M2とOが $\text{M}_2\text{O}_2$ を形成した酸化物を含むことが好ましい。これらは、透明度が高いため信号品質が高く、融点が高いため熱的に安定である。さらにSiは、屈折率を調整する働きもある。なお、第2誘電体層106の組成を、組成式 $\text{M}_a\text{M}_b\text{O}_{100-a-b}$ (原子%)と表した場合、a及びbはそれぞれ、 $10 < a < 40$ 、 $0 < b < 25$ の範囲にあることが好ましく、 $15 < a < 39$ 、 $1 < b < 21$ の範囲にあることがより好ましい。また、第2誘電体層106の組成を、組成式 $(\text{M}_2\text{O}_3)_x(\text{M}_2\text{O}_2)_{100-x}$ (mol%)と表した場合、xは $20 \leq x \leq 95$ の範囲にあることが好ましく、 $30 \leq x \leq 90$ の範囲にあることがより好ましい。

また、第2誘電体層106には、M1とOの他に、さらにM3(但し、M3はAl、Ga、Mg

、Zn、Ta、Ti、Ce、In、Sn、Te、Nb、Cr、Bi、Al、Cr、Ge、N及びCから選ばれる少なくとも一つの元素)を含む材料を用いることもできる。その中でも、D(但し、Dは $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 及びSiCから選ばれる少なくとも一つの化合物)を含むことが好ましい。なお、第2誘電体層106の組成を、組成式 $\text{M1}_c\text{M3}_d\text{O}_{10-c-d}$ (原子%)と表した場合、c、d及びc+dはそれぞれ、 $5 < c < 45$ 、 $0 < d < 85$ 、 $25 < c + d < 95$ の範囲にあることが好ましく、 $8 < c < 39$ 、 $1 < d < 77$ 、 $26 < c + d < 90$ の範囲にあることがより好ましい。また、第2誘電体層106の組成を、組成式 $(\text{M1}_2\text{O}_3)_x(\text{D})_{100-y}$ (mol%)と表した場合、yは $20 \leq y \leq 95$ の範囲にあることが好ましく、 $30 \leq x \leq 90$ の範囲にあることがより好ましい。

また、第2誘電体層106には、M1とOの他に、さらにM2及びM3を含む材料を用いることもできる。その中でも、M2とOが $\text{M2O}_2$ を形成し、M3がDで表される化合物を形成していることが好ましい。なお、第2誘電体層106の組成を、組成式 $\text{M1}_e\text{M2}_f\text{M3}_g\text{O}_{100-e-f-g}$ (原子%)と表した場合、e、f、g及びe+f+gはそれぞれ、 $5 < e < 40$ 、 $0 < f < 25$ 、 $0 < g < 85$ 、 $25 < e + f + g < 95$ の範囲にあることが好ましい。また、第2誘電体層106の組成を、組成式 $(\text{M1}_2\text{O}_3)_z(\text{M2O}_2)_w(\text{D})_{100-z-w}$ (mol%)と表した場合、z、w及びz+wはそれぞれ、 $20 \leq z \leq 90$ 、 $5 \leq w \leq 75$ 、 $25 \leq z + w \leq 95$ の範囲にあることが好ましい。

第2誘電体層106の膜厚は、2nm～75nmの範囲内であることが好ましく、2nm～40nmの範囲内であることがより好ましい。第2誘電体層106の膜厚をこの範囲内で選ぶことによって、記録層104で発生した熱を効果的に反射層108側に拡散させることができる。

記録層104の材料は、レーザビーム11の照射によって結晶相と非晶質相との間で相変化を起こす材料からなる。記録層104は、例えばGe、Te、M4(但し、M4はSb、Bi及びInの少なくともいずれか一つの元素)を含む可逆的な相変化を起こす材料で形成できる。具体的には、記録層104は、 $\text{Ge}_A\text{M2}_B\text{Te}_{3+A}$ で表される材料で形成でき、非晶質相が安定で低い転送レートでの記録保存性が良好で、融点の上昇と結晶化速度の低下が少なく高い転送レートでの書き換え保存性が良好となるよう $0 < A \leq$

60の関係を満たすことが望ましく、 $4 \leq A \leq 40$ の関係を満たすことがより好ましい。また、非晶質相が安定で、結晶化速度の低下が少ない $1.5 \leq B \leq 7$ の関係を満たすことが好ましく、 $2 \leq B \leq 4$ の関係を満たすことがより好ましい。

また、記録層104は、組成式  $(\text{Ge}-\text{M5})_{\text{A}} \text{M4} \text{Te}_{\text{B}+3\text{A}}$  (但し、M5はSn及びPbから選ばれる少なくとも一つの元素) で表される可逆的な相変化を起こす材料で形成しても良い。この材料を用いた場合、Geを置換した元素M5が結晶化能を向上させるため、記録層104の膜厚が薄い場合でも十分な消去率が得られる。元素M5としては、毒性がない点でSnがより好ましい。この材料を用いる場合も、 $0 < A \leq 60$  (より好ましくは  $4 \leq A \leq 40$ )、且つ  $1.5 \leq B \leq 7$  (より好ましくは  $2 \leq B \leq 4$ ) であることが好ましい。

また、記録層104では、例えばSbとM6 (但し、M6はV、Mn、Ga、Ge、Se、Ag、In、Sn、Te、Pb、Bi、Tb、Dy及びAuから選ばれる少なくとも一つの元素) を含む可逆的な相変化を起こす材料で形成することもできる。具体的には、記録層104は、 $\text{Sb}_X \text{M6}_{100-X}$  (原子%) で表される材料で形成できる。Xが、 $50 \leq X \leq 95$  を満たす場合には、記録層104が結晶相の場合と非晶質相の場合との間の情報記録媒体15の反射率差を大きくでき、良好な記録再生特性が得られる。その中でも、 $75 \leq X \leq 95$  の場合には、結晶化速度が特に速く、高い転送レートにおいて良好な書き換え性能が得られる。また、 $50 \leq X \leq 75$  の場合には、非晶質相が特に安定で、低い転送レートにおいて良好な記録性能が得られる。

記録層104の膜厚は、情報層16の記録感度を高くするため、6nm～15nmの範囲内であることが好ましい。この範囲内においても、記録層104が厚い場合には熱の面内方向への拡散による隣接領域への熱的影響が大きくなる。また、記録層104が薄い場合には情報層16の反射率が小さくなる。したがって、記録層104の膜厚は、8nm～13nmの範囲内であることがより好ましい。

また、記録層104には、不可逆な相変化を起こすTe-Pd-Oと表される材料で形成することもできる。この場合、記録層104の膜厚は10nm～40nmの範囲内であることが好ましい。

反射層108は、記録層104に吸収される光量を増大させるという光学的な機能を有する。また、反射層108は、記録層104で生じた熱を速やかに拡散させ、記録層104

を非晶質化しやすくするという熱的な機能も有する。さらに、反射層108は、使用する環境から多層膜を保護するという機能も有する。

反射層108の材料には、例えばAg、Au、Cu及びAlといった熱伝導率が高い単体金属を用いることができる。また、Al-Cr、Al-Ti、Al-Ni、Al-Cu、Au-Pd、Au-Cr、Ag-Pd、Ag-Pd-Cu、Ag-Pd-Ti、Ag-Ru-Au、Ag-Cu-Ni、Ag-Zn-Al、Ag-Nd-Au、Ag-Nd-Cu、Ag-Bi、Ag-Ga、Ag-Ga-In、Ag-In、Ag-In-SnまたはCu-Siといった合金を用いることもできる。特にAg合金は熱伝導率が大きいため、反射層108の材料として好ましい。反射層108の膜厚は、熱拡散機能が十分となる30nm以上であることが好ましい。この範囲内においても、反射層108が200nmより厚い場合には、その熱拡散機能が大きくなりすぎて情報層16の記録感度が低下する。したがって、反射層108の膜厚は30nm～200nmの範囲内であることがより好ましい。

反射層108と第2誘電体層106の間に、界面層107を配置してもよい。この場合、界面層107には、反射層108について説明した材料より熱伝導率の低い材料を用いることができる。反射層108にAg合金を用いた場合、界面層107に例えばAl、またはAl合金を用いることができる。また、界面層107には、Cr、Ni、Si、C等の元素や、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 等の酸化物を用いることができる。また、C-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-N等の窒化物を用いることもできる。また、ZnS等の硫化物やSiC等の炭化物、 $\text{LaF}_3$ 等の弗化物、及びCを用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。また、膜厚は3nm～100nm(より好ましくは10nm～50nm)の範囲内であることが好ましい。

情報層16において、記録層104が結晶相である場合の反射率 $R_c$ (%)、及び記録層104が非晶質相である場合の反射率 $R_a$ (%)は、 $R_a < R_c$ を満たすことが好ましい。このことにより、情報が記録されていない初期の状態で反射率が高く、安定に記録再生動作を行うことができる。また、反射率差( $R_c - R_a$ )を大きくして良好な記録再生特性が得られるように、 $R_c$ 、 $R_a$ は、 $0.2 \leq R_a \leq 10$ 且つ $12 \leq R_c \leq 40$ を満たすことが好ま

しく、 $0.2 \leq R_a \leq 5$  且つ  $12 \leq R_c \leq 30$  を満たすことがより好ましい。

情報記録媒体15は、以下に説明する方法によって製造できる。

まず、基板14(厚さが例えば1.1mm)上に情報層16を積層する。情報層は、単層膜、または多層膜からなり、それらの各層は、成膜装置内で材料となるスパッタリングターゲットを順次スパッタリングすることによって形成できる。

具体的には、まず、基板14上に反射層108を成膜する。反射層108は、反射層108を構成する金属または合金からなるスパッタリングターゲットを、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガス( $O_2$ ガス及び $N_2$ ガスから選ばれる少なくとも一つのガス)との混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。

続いて、反射層108上に、必要に応じて界面層107を成膜する。界面層107は、界面層107を構成する元素または化合物からなるスパッタリングターゲットを、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。

続いて、反射層108、または界面層107上に、第2誘電体層106を成膜する。第2誘電体層106は、第2誘電体層106を構成する化合物からなるスパッタリングターゲット(例えば、 $M1_2O_3$ )を、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガス(特に $O_2$ ガス)との混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。また、第2誘電体層106は、第2誘電体層106を構成する金属からなるスパッタリングターゲットを、Arガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で反応性スパッタリングすることによっても形成できる。なお、第2誘電体層106を成膜する際のスパッタリングターゲットは、組成式  $M1_h M2_i O_{100-h-i}$  (原子%)と表される場合、h及びiはそれぞれ、 $5 < h < 45$ 、 $0 < i < 30$ の範囲にあることが好ましく、 $20 < h < 44$ 、 $0 < i < 26$ の範囲にあることがより好ましい。また、第2誘電体層106を成膜する際のスパッタリングターゲットが、組成式  $M1_j M3_k O_{100-j-k}$  (原子%)と表される場合、j、k及びj+kはそれぞれ、 $0 < j < 50$ 、 $0 < k < 90$ 、 $20 < j+k < 100$ の範囲にあることが好ましく、 $3 < j < 44$ 、 $0 < k < 82$ 、 $21 < j+k < 95$ の範囲にあることがより好ましい。また、第2誘電体層106を成膜する際のスパッタリングターゲットが、組成式  $M1_l M2_m M3_n O_{100-l-m-n}$  (原子%)と表される場合、l、m、n及びl+m+nはそれぞれ、 $0 < l < 45$ 、 $0 < m < 30$ 、 $0 < n < 90$ 、 $20 < l+m+n < 100$ の範囲にあることが好ましく、 $3 < l < 44$ 、 $0 < m < 26$ 、 $21 < l+m+n < 95$ の範囲にあることがより好ましい。

0の範囲にあることが好ましい。また、第2誘電体層106を成膜する際のスパッタリングターゲットが、組成式 $(M1)_2(O)_3(M2O)_s$  (mol%)と表される場合、sは $15 \leq s < 100$ の範囲にあることが好ましく、 $25 \leq s \leq 95$ の範囲にあることがより好ましい。また、第2誘電体層106を成膜する際のスパッタリングターゲットが、組成式 $(M1)_2(O)_3(D)_t$  (mol%)と表される場合、tは $15 \leq t < 100$ の範囲にあることが好ましく、 $25 \leq t \leq 95$ の範囲にあることがより好ましい。また、第2誘電体層106を成膜する際のスパッタリングターゲットが、組成式 $(M1)_2(O)_3(M2O)_v(D)_{100-u-v}$  (mol%)と表される場合、u、v及びu+vはそれぞれ、 $15 \leq u \leq 95$ 、 $0 < v \leq 80$ 、 $15 < u+v < 100$ の範囲にあることが好ましい。

また、第2誘電体層106は、 $M1_2O_3$ 、 $M2O_2$ 、またはDの各々のスパッタリングターゲットを複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。また、第2誘電体層106は、 $M1_2O_3$ 、 $M2O_2$ 、またはDのうちいずれかの化合物を組み合わせた2元系スパッタリングターゲットや3元系スパッタリングターゲット等を、複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。これらの場合でも、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガス(特に $O_2$ ガス)との混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成することができる。

続いて、反射層108、界面層107、または第2誘電体層106上に、必要に応じて第2界面層105を成膜する。第2界面層105は、第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、第2誘電体層106、または第2界面層105上に、記録層104を成膜する。記録層104は、その組成に応じて、Ge-Te-M4合金からなるスパッタリングターゲット、Ge-M5-Te-M4合金からなるスパッタリングターゲット、Sb-M6合金からなるスパッタリングターゲット、またはTe-Pd合金からなるスパッタリングターゲットを、一つの電源を用いてスパッタリングすることによって形成できる。

スパッタリングの雰囲気ガスには、Arガス、Krガス、Arガスと反応ガスとの混合ガス、またはKrガスと反応ガスとの混合ガスを用いることができる。また、記録層104は、Ge、Te、M4、M5、Sb、M6、またはPdの各々のスパッタリングターゲットを複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。また、記録

層104は、Ge、Te、M4、M5、Sb、M6、またはPdのうちいずれかの元素を組み合わせた2元系スパッタリングターゲットや3元系スパッタリングターゲット等を、複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。これらの場合でも、Arガス雰囲気中、Krガス雰囲気中、Arガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中、またはKrガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成する。

続いて、記録層104上に、必要に応じて第1界面層103を成膜する。第1界面層103は、第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、記録層104、または第1界面層103上に、第1誘電体層102を成膜する。第1誘電体層102は、第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

最後に、第1誘電体層102上に透明層13を形成する。透明層13は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)または遅効性樹脂を第1誘電体層102上に塗布してスピコートしたのち、樹脂を硬化させることによって形成できる。また、透明層13には、透明な円盤状のポリカーボネートまたはアモルファスポリオレフィンまたはPMMA等の樹脂またはガラス等の基板を用いてもよい。この場合、透明層13は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂等の樹脂を第1誘電体層102上に塗布して、基板を第1誘電体層102上に密着させてスピコートしたのち、樹脂を硬化させることによって形成できる。また、基板に予め粘着性の樹脂を均一に塗布し、それを第1誘電体層102に密着させることもできる。

なお、第1誘電体層102を成膜したのち、または透明層13を形成したのち、必要に応じて、記録層104の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。記録層104の結晶化は、レーザービームを照射することによって行うことができる。

以上のようにして、情報記録媒体15を製造できる。なお、本実施の形態においては、各層の成膜方法としてスパッタリング法を用いたが、これに限定されず真空蒸着法、イオンプレーティング法、CVD法、MBE法等を用いることも可能である。

#### (実施の形態2)

実施の形態2では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施の形態2の情報記録媒体22の一部断面図を図2に示す。情報記録媒体22は、片面からのレーザー



ビーム11の照射によって情報の記録再生が可能な多層光学的情報記録媒体である。

情報記録媒体22では、基板14上に光学分離層20、19、17等を介して順次積層されたN組(Nは $N \geq 2$ を満たす自然数)の情報層21、18、第1情報層23、及び透明層13により構成されている。ここで、レーザビーム11の入射側から数えて(N-1)組目までの第1情報層23、情報層18(以下、レーザビーム11の入射側から数えてN組目の情報層を「第N情報層」と記す。)は、光透過形の情報層である。基板14、及び透明層13には、実施の形態1で説明したものと同様の材料を用いることができる。また、それらの形状及び機能についても、実施の形態1で説明した形状及び機能と同様である。

光学分離層20、19、17等は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂等の樹脂、あるいは誘電体等からなり、使用するレーザビーム11に対して光吸収が小さいことが好ましく、短波長域において光学的に複屈折が小さいことが好ましい。

光学分離層20、19、17等は、情報記録媒体22の第1情報層23、情報層18、21等のそれぞれのフォーカス位置を区別するために設ける層である。光学分離層20、19、17等の厚さは、対物レンズの開口数NAとレーザビーム11の波長 $\lambda$ によって決定される焦点深度 $\Delta Z$ 以上であることが必要である。焦点強度の基準を無収差の場合の80%を仮定した場合、 $\Delta Z$ は $\Delta Z = \lambda / \{2(NA)^2\}$ で近似できる。 $\lambda = 405\text{nm}$ 、 $NA = 0.85$ のとき、 $\Delta Z = 0.280\ \mu\text{m}$ となり、 $\pm 0.3\ \mu\text{m}$ 以内は焦点深度内となる。そのため、この場合には、光学分離層20、19、17等の厚さは $0.6\ \mu\text{m}$ 以上であることが必要である。第1情報層23、情報層18、21等との間の距離は、対物レンズを用いてレーザビーム11を集光可能な範囲となるようにすることが望ましい。したがって、光学分離層20、19、17等の厚さの合計は、対物レンズが許容できる公差内(例えば $50\ \mu\text{m}$ 以下)にすることが好ましい。

光学分離層20、19、17等において、レーザビーム11の入射側の表面には、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成されていてもよい。

この場合、片側からのレーザビーム11の照射のみにより、第K情報層(Kは $1 < K \leq$

Nの自然数)を第1～第(K-1)情報層を透過したレーザビーム11によって記録再生することが可能である。

なお、第1情報層から第N情報層のいずれかを、再生専用タイプの情報層(ROM(Read Only Memory))、あるいは1回のみ書き込み可能な追記型の情報層(WO(Write Once))としてもよい。

以下、第1情報層23の構成について詳細に説明する。

第1情報層23は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第3誘電体層202、第3界面層203、第1記録層204、第4界面層205、第1反射層208、及び透過率調整層209を備える。

第3誘電体層202には、実施の形態1の第1誘電体層102と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能についても、実施の形態1の第1誘電体層102と同様である。

第3誘電体層202の膜厚は、マトリクス法に基づく計算により、第1記録層204の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きく、且つ第1記録層204での光吸収が大きく、且つ第1情報層23の透過率が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

第3界面層203には、実施の形態1の第1界面層103と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施の形態1の第1界面層103と同様である。

第4界面層205は、光学距離を調整して第1記録層204の光吸収効率を高める働き、及び記録前後の反射光量の変化を大きくして信号強度を大きくする働きを有する。第4界面層205には、実施の形態1の第2界面層105または第2誘電体層106と同様の系の材料を用いることができる。また、第4界面層205の膜厚は、0.5nm～75nmの範囲内であることが好ましく、1nm～40nmの範囲内であることがより好ましい。第4界面層205の膜厚をこの範囲内で選ぶことによって、第1記録層204で発生した熱を効果的に第1反射層208側に拡散させることができる。

なお、第4界面層205と第1反射層208の間に、第4誘電体層206を配置してもよい。第4誘電体層206には、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の系の材料を

用いることができる。

第1記録層204の材料は、レーザビーム11の照射によって結晶相と非晶質相との間で相変化を起こす材料からなる。第1記録層204は、例えばGe、Te、M4を含む可逆的な相変化を起こす材料で形成できる。具体的には、第1記録層104は、 $\text{Ge}_A \text{M4}_B \text{Te}_{3+A}$ で表される材料で形成でき、非晶質相が安定で低い転送レートでの記録保存性が良好で、融点の上昇と結晶化速度の低下が少なく高い転送レートでの書き換え保存性が良好となるよう $0 < A \leq 60$ の関係を満たすことが望ましく、 $4 \leq A \leq 40$ の関係を満たすことがより好ましい。また、非晶質相が安定で、結晶化速度の低下が少ない $1.5 \leq B \leq 7$ の関係を満たすことが好ましく、 $2 \leq B \leq 4$ の関係を満たすことがより好ましい。

また、第1記録層204は、組成式 $(\text{Ge}-\text{M5})_A \text{M4}_B \text{Te}_{3+A}$ で表される可逆的な相変化を起こす材料で形成しても良い。この材料を用いた場合、Geを置換した元素M5が結晶化能を向上させるため、第1記録層204の膜厚が薄い場合でも十分な消去率が得られる。元素M5としては、毒性がない点でSnがより好ましい。この材料を用いる場合も、 $0 < A \leq 60$  (より好ましくは $4 \leq A \leq 40$ )、且つ $1.5 \leq B \leq 7$  (より好ましくは $2 \leq B \leq 4$ )であることが好ましい。

第1情報層23は、レーザビーム11の入射側から第1情報層23より遠い側にある情報層に記録再生の際に必要なレーザ光量を到達させるため、第1情報層23の透過率を高くする必要がある。このため、第1記録層204の膜厚は、9nm以下であることが好ましく、2nm～8nmの範囲内であることがより好ましい。

また、第1記録層204には、不可逆な相変化を起こす $\text{Te}-\text{Pd}-\text{O}$ と表される材料で形成することもできる。この場合、第1記録層204の膜厚は5nm～30nmの範囲内であることが好ましい。

第1反射層208は、第1記録層204に吸収される光量を増大させるという光学的な機能を有する。また、第1反射層208は、第1記録層204で生じた熱を速やかに拡散させ、第1記録層204を非晶質化しやすくするという熱的な機能も有する。さらに、第1反射層208は、使用する環境から多層膜を保護するという機能も有する。

第1反射層208の材料には、実施の形態1の反射層108と同様の材料を用いること

ができる。また、それらの機能についても、実施の形態1の反射層108と同様である。特にAg合金は熱伝導率が大きいため、第1反射層208の材料として好ましい。第1反射層208の膜厚は、第1情報層23の透過率をできるだけ高くするため、3nm～15nmの範囲内であることが好ましく、8nm～12nmの範囲内であることがより好ましい。第1反射層208の膜厚がこの範囲内にあることにより、その熱拡散機能が十分で、且つ第1情報層23の反射率が確保でき、さらに第1情報層23の透過率も十分となる。

透過率調整層209は誘電体からなり、第1情報層23の透過率を調整する機能を有する。この透過率調整層209によって、第1記録層204が結晶相である場合の第1情報層23の透過率 $T_c$ (%)と、第1記録層204が非晶質相である場合の第1情報層23の透過率 $T_a$ (%)とを共に高くすることができる。具体的には、透過率調整層209を備える第1情報層23では、透過率調整層209が無い場合に比べて、2%～10%程度透過率が上昇する。また、透過率調整層209は、第1記録層204で発生した熱を効果的に拡散させる効果も有する。

透過率調整層209の屈折率 $n_t$ 及び消衰係数 $k_t$ は、第1情報層23の透過率 $T_c$ 及び $T_a$ を高める作用をより大きくするため、 $2.0 \leq n_t$  且つ  $k_t \leq 0.1$ を満たすことが好ましく、 $2.4 \leq n_t \leq 3.0$  且つ  $k_t \leq 0.05$ を満たすことがより好ましい。

透過率調整層209の膜厚 $L$ は、 $(1/32)\lambda/n_t \leq L \leq (3/16)\lambda/n_t$ または $(17/32)\lambda/n_t \leq L \leq (11/16)\lambda/n_t$ の範囲内であることが好ましく、 $(1/16)\lambda/n_t \leq L \leq (5/32)\lambda/n_t$ または $(9/16)\lambda/n_t \leq L \leq (21/32)\lambda/n_t$ の範囲内であることがより好ましい。なお、上記の範囲は、レーザビーム11の波長 $\lambda$ と透過率調整層209の屈折率 $n_t$ とを、例えば $350\text{nm} \leq \lambda \leq 450\text{nm}$ 、 $2.0 \leq n_t \leq 3.0$ に選ぶことによって、 $3\text{nm} \leq L \leq 40\text{nm}$ または $60\text{nm} \leq L \leq 130\text{nm}$ の範囲内であることが好ましく、 $7\text{nm} \leq L \leq 30\text{nm}$ または $65\text{nm} \leq L \leq 120\text{nm}$ の範囲内であることがより好ましいことになる。 $L$ をこの範囲内で選ぶことによって、第1情報層23の透過率 $T_c$ 及び $T_a$ を共に高くすることができる。

透過率調整層209には、例えば $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sr-O}$ 等の酸化物を用いることができる。また、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Nb-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ge-Si}$

—N、Ge—Cr—N等の窒化物を用いることもできる。また、ZnS等の硫化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。これらの中でも、特にTiO<sub>2</sub>、及びTiO<sub>2</sub>を含む材料を用いることが好ましい。これらの材料は屈折率が大きく( $n = 2.6 \sim 2.8$ )、消衰係数も小さい( $k = 0.0 \sim 0.05$ )ため、第1情報層23の透過率を高める作用が大きくなる。

第1情報層23の透過率 $T_c$ 及び $T_a$ は、記録再生の際に必要なレーザ光量を、レーザビーム11の入射側から第1情報層23より遠い側にある情報層に到達させるため、 $40 < T_c$  且つ  $40 < T_a$  を満たすことが好ましく、 $46 < T_c$  且つ  $46 < T_a$  を満たすことがより好ましい。

第1情報層23の透過率 $T_c$ 及び $T_a$ は、 $-5 \leq (T_c - T_a) \leq 5$  を満たすことが好ましく、 $-3 \leq (T_c - T_a) \leq 3$  を満たすことがより好ましい。 $T_c$ 、 $T_a$ がこの条件を満たすことにより、レーザビーム11の入射側から第1情報層23より遠い側にある情報層の記録再生の際、第1情報層23の第1記録層204の状態による透過率の変化の影響が小さく、良好な記録再生特性が得られる。

第1情報層23において、第1記録層204が結晶相である場合の反射率 $R_{cl}$ (%)、及び第1記録層204が非晶質相である場合の反射率 $R_{al}$ (%)は、 $R_{al} < R_{cl}$  を満たすことが好ましい。このことにより、情報が記録されていない初期の状態で反射率が高く、安定に記録再生動作を行うことができる。また、反射率差( $R_{cl} - R_{al}$ )を大きくして良好な記録再生特性が得られるように、 $R_{cl}$ 、 $R_{al}$ は、 $0.1 \leq R_{al} \leq 5$  且つ  $4 \leq R_{cl} \leq 15$  を満たすことが好ましく、 $0.1 \leq R_{al} \leq 3$  且つ  $4 \leq R_{cl} \leq 10$  を満たすことがより好ましい。

情報記録媒体22は、以下に説明する方法によって製造できる。

まず、基板14(厚さが例えば1.1mm)上に(N-1)層の情報層を、光学分離層を介して順次積層する。情報層は、単層膜、または多層膜からなり、それらの各層は、成膜装置内で材料となるスパッタリングターゲットを順次スパッタリングすることによって形成できる。また、光学分離層は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)または遅効性樹脂を情報層上に塗布して、その後基板14を回転させて樹脂を均一に延ばし(スピコート)、樹脂を硬化させることによって形成できる。なお、光学分離層がレーザビーム11の案内溝を備える場合には、溝が形成された基板(型)を硬化前の樹

脂に密着させたのち、基板14とかぶせた型を回転させてスピコートし、樹脂を硬化させた後、基板(型)をはがすことによって案内溝を形成できる。

このようにして、基板14上に(N-1)層の情報層を、光学分離層を介して積層したのち、光学分離層17を形成したものを用意する。

続いて、光学分離層17上に第1情報層23を形成する。具体的には、まず(N-1)層の情報層を、光学分離層を介して積層したのち、光学分離層17を形成した基板14を成膜装置内に配置し、光学分離層17上に透過率調整層209を成膜する。透過率調整層209は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、透過率調整層209上に、第1反射層108を成膜する。第1反射層108は、実施の形態1の反射層108と同様の方法で形成できる。

続いて、第1反射層208上に、必要に応じて第4誘電体層206を成膜する。第4誘電体層206は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、第1反射層208または第4誘電体層206上に、第4界面層205を成膜する。第4界面層205は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、第4界面層205上に、第1記録層204を成膜する。第1記録層204は、その組成に応じたスパッタリングターゲットを用いて、実施の形態1の記録層104と同様の方法で形成できる。

続いて、第1記録層204上に、第3界面層203を成膜する。第3界面層203は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、第3界面層203上に、第3誘電体層202を成膜する。第3誘電体層202は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

最後に、第3誘電体層202上に透明層13を形成する。透明層13は、実施の形態1で説明した方法で形成できる。

なお、第3誘電体層202を成膜したのち、または透明層13を形成したのち、必要に応じて、第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第1記録層204の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

以上のようにして、情報記録媒体22を製造できる。なお、本実施の形態においては、各層の成膜方法としてスパッタリング法を用いたが、これに限定されず真空蒸着法

、イオンプレーティング法、CVD法、MBE法等を用いることも可能である。

(実施の形態3)

実施の形態3では、実施の形態2における本発明の多層光学的情報記録媒体において、 $N=2$ 、すなわち2組の情報層によって構成された情報記録媒体の一例を説明する。実施の形態3の情報記録媒体24の一部断面図を図3に示す。情報記録媒体24は、片面からのレーザビーム11の照射によって情報の記録再生が可能な2層光学的情報記録媒体である。

情報記録媒体24は、基板14上に順次積層した、第2情報層25、光学分離層17、第1情報層23、及び透明層13により構成されている。基板14、光学分離層17、第1情報層23、及び透明層13には、実施の形態1及び2で説明したものと同様の材料を用いることができる。また、それらの形状及び機能についても、実施の形態1及び2で説明した形状及び機能と同様である。

以下、第2情報層25の構成について詳細に説明する。

第2情報層25は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第1誘電体層302、第1界面層303、第2記録層304、第2界面層305、第2誘電体層306、及び第2反射層308を備える。第2情報層25は、透明層13、第1情報層23、及び光学分離層17を透過したレーザビーム11によって記録再生が行われる。

第1誘電体層302には、実施の形態1の第1誘電体層102と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能についても、実施の形態1の第1誘電体層102と同様である。

第1誘電体層302の膜厚は、マトリクス法に基づく計算により、第2記録層304の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

第1界面層303には、実施の形態1の第1界面層103と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施の形態1の第1界面層103と同様である。

第2界面層305には、実施の形態1の第2界面層105と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施の形態1の第2界面層105と

同様である。

第2誘電体層306には、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施の形態1の第2誘電体層106と同様である。

第2記録層304には、実施の形態1の記録層104と同様の材料で形成することができる。第2記録層304の膜厚は、その材料が可逆的な相変化を起こす材料(例えば、 $\text{Ge}_A\text{M}_4\text{Te}_B$ )の場合、第2情報層25の記録感度を高くするため、6nm～15nmの範囲内であることが好ましい。この範囲内においても、第2記録層304が厚い場合には熱の面内方向への拡散による隣接領域への熱的影響が大きくなる。また、第2記録層304が薄い場合には第2情報層25の反射率が小さくなる。したがって、第2記録層304の膜厚は、8nm～13nmの範囲内であることがより好ましい。また、第2記録層304に、不可逆な相変化を起こす材料(例えば、Te-Pd-O)を用いる場合は、実施の形態1と同様、第2記録層304の膜厚は10nm～40nmの範囲内であることが好ましい。

第2反射層308には、実施の形態1の反射層108と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施の形態1の反射層108と同様である。

第2反射層308と第2誘電体層306の間に、界面層307を配置してもよい。界面層307には、実施の形態1の界面層107と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施の形態1の界面層107と同様である。

情報記録媒体24は、以下に説明する方法によって製造できる。

まず、第2情報層25を形成する。具体的には、まず、基板14(厚さが例えば1.1mm)を用意し、成膜装置内に配置する。

続いて、基板14上に第2反射層308を成膜する。このとき、基板14にレーザビーム11を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形成された側に第2反射層308を成膜する。第2反射層308は、実施の形態1の反射層108と同様の方法で形成できる。

続いて、第2反射層308上に、必要に応じて界面層307を成膜する。界面層307は



、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、第2反射層308または界面層307上に、第2誘電体層306を成膜する。第2誘電体層306は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、第2反射層308、界面層307、または第2誘電体層306上に、必要に応じて第2界面層305を成膜する。第2界面層305は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、第2誘電体層306、または第2界面層305上に、第2記録層304を成膜する。第2記録層304は、その組成に応じたスパッタリングターゲットを用いて、実施の形態1の記録層104と同様の方法で形成できる。

続いて、第2記録層304上に、必要に応じて第1界面層303を成膜する。第1界面層303は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

続いて、第2記録層304、または第1界面層303上に、第1誘電体層302を成膜する。第1誘電体層302は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の方法で形成できる。

このようにして、第2情報層25を形成する。

続いて、第2情報層25の第1誘電体層302上に光学分離層17を形成する。光学分離層17は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)または遅効性樹脂を第1誘電体層302上に塗布してスピコートしたのち、樹脂を硬化させることによって形成できる。なお、光学分離層17がレーザビーム11の案内溝を備える場合には、溝が形成された基板(型)を硬化前の樹脂に密着させたのち、樹脂を硬化させ、その後、基板(型)をはがすことによって案内溝を形成できる。

なお、第2誘電体層302を成膜したのち、または光学分離層17を形成したのち、必要に応じて、第2記録層304の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第2記録層304の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

続いて、光学分離層17上に第1情報層23を形成する。具体的には、まず、光学分離層17上に、透過率調整層209、第1反射層208、第4界面層205、第1記録層204、第3界面層203、及び第3誘電体層202をこの順序で成膜する。このとき、必要に応じて第1反射層208と第4界面層205の間に第4誘電体層206を成膜してもよい。

これらの各層は、実施の形態2で説明した方法で形成できる。

最後に、第3誘電体層202上に透明層13を形成する。透明層13は、実施の形態1で説明した方法で形成できる。

なお、第3誘電体層202を成膜したのち、または透明層13を形成したのち、必要に応じて、第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第1記録層204の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

また、第3誘電体層202を成膜したのち、または透明層13を形成したのち、必要に応じて、第2記録層304、及び第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。この場合、第1記録層204の結晶化を先に行うと、第2記録層304を結晶化するために必要なレーザパワーが大きくなる傾向にあるため、第2記録層304を先に結晶化させることが好ましい。

以上のようにして、情報記録媒体24を製造できる。なお、本実施の形態においては、各層の成膜方法としてスパッタリング法を用いたが、これに限定されず真空蒸着法、イオンプレーティング法、CVD法、MBE法等を用いることも可能である。

#### (実施の形態4)

実施の形態4では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施の形態4の情報記録媒体29の一部断面図を図4に示す。情報記録媒体29は、実施の形態1の情報記録媒体15と同様、レーザビーム11の照射によって情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体である。

情報記録媒体29は、基板26上に積層した情報層16とダミー基板28が、接着層27を介して密着された構成である。

基板26、及びダミー基板28は、透明で円盤状の基板である。基板26、及びダミー基板28には、実施の形態1の基板14と同様に、例えば、ポリカーボネートやアモルファスポリオレフィンやPMMA等の樹脂、またはガラスを用いることができる。

基板26の第1誘電体層102側の表面には、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成されていてもよい。基板26の第1誘電体層102側と反対側の表面、及びダミー基板28の接着層27側と反対側の表面は、平滑であることが好ましい。基板26及びダミー基板28の材料としては、転写性・量産性に優れ、低コストであること

から、ポリカーボネートが特に有用である。なお、基板26、及びダミー基板28の厚さは、十分な強度があり、且つ情報記録媒体29の厚さが1.2mm程度となるよう、0.3mm～0.9mmの範囲内であることが好ましい。

接着層27は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂等の樹脂からなり、使用するレーザビーム11に対して光吸収が小さいことが好ましく、短波長域において光学的に複屈折が小さいことが好ましい。なお、接着層27の厚さは、光学分離層19、17等と同様の理由により、 $0.6\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ の範囲内にあることが好ましい。

その他、実施の形態1と同一の符号を付した部分については、その説明を省略する。

情報記録媒体29は、以下に説明する方法によって製造できる。

まず、基板26(厚さが例えば0.6mm)上に、情報層16を形成する。このとき、基板26にレーザビーム11を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形成された側に情報層16を形成する。具体的には、基板26を成膜装置内に配置し、第1誘電体層102、第1界面層103、記録層104、第2界面層105、第2誘電体層106、反射層108を順次積層する。なお、必要に応じて第2誘電体層106と反射層108の間に界面層107を成膜してもよい。各層の成膜方法は、実施の形態1と同様である。

次に、情報層16が積層された基板26及びダミー基板28(厚さが例えば0.6mm)を、接着層27を用いて貼り合わせる。具体的には、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂等の樹脂をダミー基板28上に塗布して、情報層16が積層された基板26をダミー基板28上に密着させてスピンコートしたのち、樹脂を硬化させるとよい。また、ダミー基板28上に予め粘着性の樹脂を均一に塗布し、それを情報層16が積層された基板26に密着させることもできる。

なお、基板26及びダミー基板28を密着させた後、必要に応じて、記録層104の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。記録層104の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

以上のようにして、情報記録媒体29を製造できる。なお、本実施の形態においては

、各層の成膜方法としてスパッタリング法を用いたが、これに限定されず真空蒸着法、イオンプレーティング法、CVD法、MBE法等を用いることも可能である。

(実施の形態5)

実施の形態5では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施の形態5の情報記録媒体31の一部断面図を図5に示す。情報記録媒体31は、実施の形態2の情報記録媒体22と同様、片面からのレーザビーム11の照射によって情報の記録再生が可能な多層光学的信息記録媒体である。

情報記録媒体31は、基板26上に光学分離層17、19等を介して順次積層したN組の第1情報層23、情報層18と、基板30上に積層した情報層21が、接着層27を介して密着された構成である。

基板30は透明で円盤状の基板である。基板30には、基板14と同様に、例えば、ポリカーボネートやアモルファスポリオレフィンやPMMA等の樹脂、またはガラスを用いることができる。

基板30の情報層21側の表面には、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成されていてもよい。基板30の情報層21側と反対側の表面は、平滑であることが好ましい。基板30の材料としては、転写性・量産性に優れ、低コストであることから、ポリカーボネートが特に有用である。なお、基板30の厚さは、十分な強度があり、且つ情報記録媒体31の厚さが1.2mm程度となるよう、0.3mm～0.9mmの範囲内であることが好ましい。

その他、実施の形態2、及び4と同一の符号を付した部分については、その説明を省略する。

情報記録媒体31は、以下に説明する方法によって製造できる。

まず、基板26(厚さが例えば0.6mm)上に、第1情報層23を形成する。このとき、基板26にレーザビーム11を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形成された側に第1情報層23を形成する。具体的には、基板26を成膜装置内に配置し、第3誘電体層202、第3界面層203、第1記録層204、第4界面層205、第1反射層208、透過率調整層209を順次積層する。なお、必要に応じて第4界面層205と第1反射層208の間に第4誘電体層206を成膜してもよい。各層の成膜方法は、

実施の形態2と同様である。その後(N-2)層の情報層を、光学分離層を介して順次積層する。

また、基板30(厚さが例えば0.6mm)上に、情報層21を形成する。情報層は、単層膜、または多層膜からなり、それらの各層は、実施の形態2と同様、成膜装置内で材料となるスパッタリングターゲットを順次スパッタリングすることによって形成できる。

最後に、情報層が積層された基板26及び基板30を、接着層27を用いて貼り合わせる。具体的には、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂等の樹脂を情報層21上に塗布して、第1情報層23を成膜した基板26を情報層21上に密着させてスピコートしたのち、樹脂を硬化させるとよい。また、情報層21上に予め粘性の樹脂を均一に塗布し、それを基板26に密着させることもできる。

なお、基板26及び基板30を密着させた後、必要に応じて、第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第1記録層204の結晶化は、レーザービームを照射することによって行うことができる。

以上のようにして、情報記録媒体31を製造できる。なお、本実施の形態においては、各層の成膜方法としてスパッタリング法を用いたが、これに限定されず真空蒸着法、イオンプレーティング法、CVD法、MBE法等を用いることも可能である。

#### (実施の形態6)

実施の形態6では、実施の形態5における本発明の多層光学的情報記録媒体において、 $N=2$ 、すなわち2組の情報層によって構成された情報記録媒体の一例を説明する。実施の形態6の情報記録媒体32の一部断面図を図6に示す。情報記録媒体32は、実施の形態3の情報記録媒体24と同様、片面からのレーザービーム11の照射によって情報の記録再生が可能な2層光学的情報記録媒体である。

情報記録媒体32は、基板26上に第1情報層23、基板30上に第2情報層25を積層し、接着層27を介して密着した構成である。

基板30の第2反射層308側の表面には、必要に応じてレーザービームを導くための案内溝が形成されていてもよい。基板30の第2反射層308側と反対側の表面は、平滑であることが好ましい。

その他、実施の形態3、実施の形態4、及び実施の形態5と同一の符号を付した部

分については、その説明を省略する。

情報記録媒体32は、以下に説明する方法によって製造できる。

まず、基板26(厚さが例えば0.6mm)上に、実施の形態5と同様の方法により第1情報層23を形成する。

なお、透過率調整層209を成膜したのち、必要に応じて、第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第1記録層204の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

また、基板30(厚さが例えば0.6mm)上に、第2情報層25を形成する。このとき、基板30にレーザビーム11を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形成された側に第2情報層25を形成する。具体的には、基板30を成膜装置内に配置し、第2反射層308、第2誘電体層306、第2界面層305、第2記録層304、第1界面層303、第1誘電体層302を順次積層する。なお、必要に応じて第2反射層308と第2誘電体層306の間に界面層307を成膜してもよい。各層の成膜方法は、実施の形態3と同様である。

なお、第1誘電体層302を成膜したのち、必要に応じて、第2記録層304の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第2記録層304の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

最後に、第1情報層23を積層した基板26と第2情報層25を積層した基板30を、接着層27を用いて貼り合わせる。具体的には、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や遅効性樹脂等の樹脂を第1情報層23または第2情報層25上に塗布して、基板26と基板30を密着させてスピコートしたのち、樹脂を硬化させるとよい。また、第1情報層23または第2情報層25上に予め粘着性の樹脂を均一に塗布し、基板26と基板30を密着させることもできる。

その後、必要に応じて第2記録層304、及び第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。この場合、実施の形態3と同様の理由により、第2記録層304を先に結晶化させることが好ましい。

以上のようにして、情報記録媒体32を製造できる。なお、本実施の形態においては、各層の成膜方法としてスパッタリング法を用いたが、これに限定されず真空蒸着法

、イオンプレーティング法、CVD法、MBE法等を用いることも可能である。

(実施の形態7)

実施の形態7では、実施の形態1、2、3、4、5、及び6で説明した本発明の情報記録媒体の記録再生方法について説明する。

本発明の記録再生方法に用いられる記録再生装置38の一部の構成を図7に模式的に示す。図7を参照して、記録再生装置38は、情報記録媒体37を回転させるためのスピンドルモータ33と、半導体レーザ35、及び半導体レーザ35から出射されるレーザビーム11を集光する対物レンズ34を備える光学ヘッド36を備える。情報記録媒体37は、実施の形態1、2、3、4、5、及び6で説明した情報記録媒体であり、単数(例えば情報層16)、または複数の情報層(例えば第1情報層23、第2情報層25)を備える。対物レンズ34は、レーザビーム11を情報層上に集光する。

情報記録媒体への情報の記録、消去、及び上書き記録は、レーザビーム11のパワーを、高パワーのピークパワー( $P_p$  (mW))と低パワーのバイアスパワー( $P_b$  (mW))とに変調させることによって行う。ピークパワーのレーザビーム11を照射することによって、記録層の局所的な一部分に非晶質相が形成され、その非晶質相が記録マークとなる。記録マーク間では、バイアスパワーのレーザビーム11が照射され、結晶相(消去部分)が形成される。なお、ピークパワーのレーザビーム11を照射する場合には、パルスの列で形成する、いわゆるマルチパルスとするのが一般的である。なお、マルチパルスはピークパワー、バイアスパワーのパワーレベルだけで2値変調されてもよいし、バイアスパワーよりさらに低パワーのクーリングパワー( $P_c$  (mW))やボトムパワー( $P_B$  (mW))を加えて、0mW～ピークパワーの範囲のパワーレベルによって3値変調、または4値変調されてもよい。

また、ピークパワー、バイアスパワーのパワーレベルよりも低く、そのパワーレベルでのレーザビーム11の照射によって記録マークの光学的な状態が影響を受けず、且つ情報記録媒体から記録マーク再生のための十分な反射光量が得られるパワーを再生パワー( $P_r$  (mW))とし、再生パワーのレーザビーム11を照射することによって得られる情報記録媒体からの信号を検出器で読みとることにより、情報信号の再生が行われる。

対物レンズ34の開口数NAは、レーザビームのスポット径を $0.4\mu\text{m}\sim 0.7\mu\text{m}$ の範囲内に調整するため、 $0.5\sim 1.1$ の範囲内(より好ましくは、 $0.6\sim 0.9$ の範囲内)であることが好ましい。レーザビーム11の波長は、 $450\text{nm}$ 以下(より好ましくは、 $350\text{nm}\sim 450\text{nm}$ の範囲内)であることが好ましい。情報を記録する際の情報記録媒体の線速度は、再生光による結晶化が起こりにくく、且つ十分な消去性能が得られる $1\text{m}/\text{秒}\sim 20\text{m}/\text{秒}$ の範囲内(より好ましくは、 $2\text{m}/\text{秒}\sim 15\text{m}/\text{秒}$ の範囲内)であることが好ましい。

二つの情報層を備えた情報記録媒体24、及び情報記録媒体32において、第1情報層23に対して記録を行う際には、レーザビーム11の焦点を第1記録層204に合わせ、透明層13を透過したレーザビーム11によって第1記録層204に情報を記録する。再生は、第1記録層204によって反射され、透明層13を透過してきたレーザビーム11を用いて行う。第2情報層25に対して記録を行う際には、レーザビーム11の焦点を第2記録層304に合わせ、透明層13、第1情報層23、及び光学分離層17を透過したレーザビーム11によって情報を記録する。再生は、第2記録層304によって反射され、光学分離層17、第1情報層23、及び透明層13を透過してきたレーザビーム11を用いて行う。

なお、基板14、光学分離層20、19、及び17に、レーザビーム11を導くための案内溝が形成されている場合、情報は、レーザビーム11の入射側から近い方の溝面(グループ)に行われてもよいし、遠い方の溝面(ランド)に行われてもよい。また、グループとランドの両方に情報を記録してもよい。

記録性能は、レーザビーム11を $0\sim P_p$  (mW)の間でパワー変調し、(1-7)変調方式でマーク長 $0.149\mu\text{m}$  (2T)から $0.596\mu\text{m}$  (8T)までのランダム信号を記録し、記録マークの前端間、及び後端間のジッタ(マーク位置の誤差)をタイムインターバルアナライザで測定することによって評価した。なお、ジッタ値が小さいほど記録性能がよい。なお、 $P_p$ と $P_b$ は、前端間、及び後端間のジッタの平均値(平均ジッタ)が最小となるよう決定した。このときの最適 $P_p$ を記録感度とする。

また、信号強度は、レーザビーム11を $0\sim P_p$  (mW)の間でパワー変調し、マーク長 $0.149\mu\text{m}$  (2T)と $0.671\mu\text{m}$  (9T)の信号を同じグループに連続10回交互記録し



、最後に2T信号を上書きした場合の2T信号の周波数での信号振幅(carrier level)と雑音振幅(noise level)の比(CNR(Carrier to Noise Ratio))をスペクトラムアナライザで測定することによって評価した。なお、CNRが大きいほど信号強度が強い。

さらに、繰り返し書き換え回数は、レーザビーム11を $0 \sim P_p$  (mW)の間でパワー変調し、マーク長 $0.149 \mu\text{m}$  (2T)から $0.596 \mu\text{m}$  (8T)までのランダム信号を同じグループに連続記録し、各記録書き換え回数における前端間、及び後端間ジッタをタイムインターバルアナライザで測定することによって評価した。1回目の前端間と後端間の平均ジッタ値に対し3%増加する書き換え回数を上限値とした。なお、 $P_p$ 、 $P_b$ 、 $P_c$ 、 $P_B$ は、平均ジッタ値が最も小さくなるように決定した。

#### (実施の形態8)

実施の形態8では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施の形態8の電気的情報記録媒体44の一構成例を図8に示す。電気的情報記録媒体44は、電気的エネルギー(特に電流)の印加によって情報の記録再生が可能な情報記録媒体である。

基板39の材料としては、ポリカーボネート等の樹脂基板、ガラス基板、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等のセラミック基板、Si等の各種半導体基板、Cu等の各種金属基板を用いることができる。ここでは、基板としてSi基板を用いた場合について説明する。電気的情報記録媒体44は、基板39上に下部電極40、第1誘電体層401、第1記録層41、第2記録層42、第2誘電体層402、上部電極43を順に積層した構造である。下部電極40、及び上部電極43は、第1記録層41、及び第2記録層42に電流を印加するために形成する。なお、第1誘電体層401は第1記録層41に印加する電気エネルギー量を調整し、第2誘電体層402は第2記録層42に印加する電気エネルギー量を調整するために設置される。

第1誘電体層401及び第2誘電体層402の材料は、実施の形態1の第2誘電体層106と同様の材料を用いることができる。

第1記録層41、及び第2記録層42は、電流の印加により発生するジュール熱によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす材料であり、結晶相と非晶

質相との間で抵抗率が変化する現象を情報の記録に利用する。第1記録層41の材料は実施の形態2の第1記録層204と同様の材料、第2記録層42の材料は実施の形態3の第2記録層304と同様の材料を用いることができる。

第1記録層41、及び第2記録層42は、それぞれ実施の形態2の第1記録層204、及び実施の形態3の第2記録層304と同様の方法で形成できる。

また、下部電極40、及び上部電極43には、Al、Au、Ag、Cu、Pt等の単体金属材料、あるいはこれらのうちの1つまたは複数の元素を主成分とし、耐湿性の向上あるいは熱伝導率の調整等のために適宜1つまたは複数の他の元素を添加した合金材料を用いることができる。下部電極40、及び上部電極43は、Arガス雰囲気中で材料となる金属母材または合金母材をスパッタリングすることによって形成できる。なお、各層の成膜方法としては、真空蒸着法、イオンプレーティング法、CVD法、MBE法等を用いることも可能である。

電気的情報記録媒体44に、印加部45を介して電気的情報記録再生装置50を電氣的に接続する。この電気的情報記録再生装置50により、下部電極40と上部電極43の間には、第1記録層41、及び第2記録層42に電流パルスを印加するためにパルス電源48がスイッチ47を介して接続される。また、第1記録層41、及び第2記録層42の相変化による抵抗値の変化を検出するために、下部電極40と上部電極43の間にスイッチ49を介して抵抗測定器46が接続される。非晶質相(高抵抗状態)にある第1記録層41または第2記録層42を結晶相(低抵抗状態)に変化させるためには、スイッチ47を閉じて(スイッチ49は開く)電極間に電流パルスを印加し、電流パルスが印加される部分の温度が、材料の結晶化温度より高く、且つ融点より低い温度で、結晶化時間の間保持されるようにする。結晶相から再度非晶質相に戻す場合には、結晶化時よりも相対的に高い電流パルスをより短い時間で印加し、記録層を融点より高い温度にして溶融した後、急激に冷却する。なお、電気的情報記録再生装置50のパルス電源48は、図11の記録・消去パルス波形を出力できるような電源である。

ここで、第1記録層41が非晶質相の場合の抵抗値を $r_{a1}$ 、第1記録層41が結晶相の場合の抵抗値を $r_{c1}$ 、第2記録層42が非晶質相の場合の抵抗値を $r_{a2}$ 、第2記録層42が結晶相の場合の抵抗値を $r_{c2}$ とする。ここで、 $r_{c1} \leq r_{c2} < r_{a1} < r_{a2}$  もしくは  $r_{c1} \leq r_{c2} < r_{a2} < r_{a1}$

$r_{a1}$  もしくは  $r_{c2} \leq r_{c1} < r_{a1} < r_{a2}$  もしくは  $r_{c2} \leq r_{c1} < r_{a2} < r_{a1}$  であることによって、第1記録層41と第2記録層42の抵抗値の和を、 $r_{a1} + r_{a2}$ 、 $r_{a1} + r_{a2}$ 、 $r_{a2} + r_{c1}$ 、及び  $r_{c1} + r_{c2}$  の4つの異なる値に設定できる。従って、電極間の抵抗値を抵抗測定器46で測定することにより、4つの異なる状態、すなわち2値の情報を一度に検出することができる。

この電気的情報記録媒体44をマトリクス的に多数配置することによって、図9に示すような大容量の電気的情報記録媒体51を構成することができる。各メモリセル54には、微小領域に電気的情報記録媒体44と同様の構成が形成されている。各々のメモリセル54への情報の記録再生は、ワード線52、及びビット線53をそれぞれ一つ指定することによって行う。

図10は電気的情報記録媒体51を用いた、情報記録システムの一構成例を示したものである。記憶装置56は、電気的情報記録媒体51と、アドレス指定回路55によって構成される。アドレス指定回路55により、電気的情報記録媒体51のワード線52、及びビット線53がそれぞれ指定され、各々のメモリセル54への情報の記録再生を行うことができる。また、記憶装置56を、少なくともパルス電源58と抵抗測定器59から構成される外部回路57に電氣的に接続することにより、電気的情報記録媒体51への情報の記録再生を行うことができる。

#### [実施例]

本発明のより具体的な実施の形態について、実施例を用いてさらに詳細に説明する。

#### (実施例1)

実施例1では、図1の情報記録媒体15を作製し、第2誘電体層106の材料と、情報層16の記録感度、及び繰り返し書き換え性能との関係を調べた。具体的には、第2誘電体層106の材料が異なる情報層16を含む情報記録媒体15のサンプルを作製し、情報層16の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板14として、レーザビーム11を導くための案内溝(深さ20nm、トラックピッチ0.32  $\mu$ m)が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ1.1mm)を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、反射層108としてAg-Pd-Cu層(厚さ:80nm)、第2誘電体層106(厚さ:10

～20nm)、記録層104として $\text{Ge}_{28}\text{Sn}_3\text{Bi}_2\text{Te}_{34}$ 層(厚さ:10nm)、第1界面層103として $(\text{ZrO}_2)_{50}(\text{CrO}_2)_3$ 層(厚さ:5nm)、第1誘電体層102として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層(厚さ:60nm)を順次スパッタリング法によって積層した。

最後に、紫外線硬化性樹脂を第1誘電体層102上に塗布し、ポリカーボネートシート(直径120mm、厚さ90 $\mu\text{m}$ )を第1誘電体層102に密着し回転させることによって均一な樹脂層を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、厚さ100 $\mu\text{m}$ の透明層13を形成した。その後、記録層104をレーザビームで結晶化させる初期化工程を行った。以上のようにして、第2誘電体層106の材料が異なる複数のサンプルを製造した。

このようにして得られたサンプルについて、図7の記録再生装置38を用いて、情報記録媒体15の情報層16の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。このとき、レーザビーム11の波長は405nm、対物レンズ34の開口数NAは0.85、測定時のサンプルの線速度は4.9m/s、及び9.8m/s、最短マーク長(2T)は0.149 $\mu\text{m}$ とした。また、情報はグループに記録した。

情報記録媒体15の情報層16の第2誘電体層106の材料と、情報層16の記録感度、及び繰り返し書き換え性能の評価結果について、線速度が4.9m/sの場合(1X)の結果を表1に、線速度が9.8m/sの場合(2X)の結果を表2に示す。なお、1Xでの記録感度については、6mW未満を○、6mW以上7mW未満を△、7mW以上を×とした。また、2Xでの記録感度については、7mW未満を○、7mW以上8mW未満を△、8mW以上を×とした。さらに、繰り返し書き換え性能については、繰り返し書き換え回数が1000回以上を○、500回以上1000回未満を△、500回未満を×とした。

(表1)

サンプル No.	第2誘電体層106の材料	記録感度	繰り返し 書き換え性能
1-1	$(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$	○	×
1-2	$\text{Dy}_2\text{O}_3$	○	○
1-3	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$	○	○
1-4	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{ZrO}_2)_5$	○	○
1-5	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{50}$	○	○
1-6	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{45}$	○	○
1-7	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{SiO}_2)_{50}$	○	○
1-8	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{50}$	○	○
1-9	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{45}$	○	○
1-10	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
1-11	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
1-12	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
1-13	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
1-14	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{30}(\text{ZrO}_2)_{70}$	○	○
1-15	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{80}$	△	○
1-16	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{90}$	×	○
1-17	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
1-18	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{In}_2\text{O}_3)_{50}$	○	○
1-19	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{80}$	△	○
1-20	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{In}_2\text{O}_3)_{90}$	×	○
1-21	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{90}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
1-22	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
1-23	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
1-24	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_{75}$	△	○
1-25	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{75}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	△	○
1-26	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{80}(\text{In}_2\text{O}_3)_{10}$	×	○
1-27	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_2(\text{In}_2\text{O}_3)_{88}$	×	○

(表2)

サンプル No.	第2誘電体層106の材料	記録感度	繰り返し 書き換え性能
1-1	$(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$	○	×
1-2	$\text{Dy}_2\text{O}_3$	○	○
1-3	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$	○	○
1-4	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{ZrO}_2)_5$	○	○
1-5	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{50}$	○	○
1-6	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{45}$	○	○
1-7	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{SiO}_2)_{50}$	○	○
1-8	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{50}$	○	○
1-9	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{45}$	○	○
1-10	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
1-11	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
1-12	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
1-13	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
1-14	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{30}(\text{ZrO}_2)_{70}$	○	○
1-15	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{80}$	○	○
1-16	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{90}$	△	○
1-17	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
1-18	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{In}_2\text{O}_3)_{50}$	○	○
1-19	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{80}$	○	○
1-20	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{In}_2\text{O}_3)_{90}$	△	○
1-21	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{90}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
1-22	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
1-23	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
1-24	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_{75}$	○	○
1-25	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{75}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
1-26	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{80}(\text{In}_2\text{O}_3)_{10}$	△	○
1-27	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_2(\text{In}_2\text{O}_3)_{88}$	△	○

この結果、第2誘電体層106に $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を用いたサンプル1-1では、ZnSに含まれる硫黄が記録層に拡散してしまうため、1X、及び2Xでの繰り返し書き換え性能が悪いことがわかった。また、第2誘電体層106に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ を用いたサンプル1-2、及び $(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$ を用いたサンプル1-3では、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。また、第2誘電体層106に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、及び $\text{In}_2\text{O}_3$ の混合物を用いた場合、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が10mol%のサンプル1-16、1-20、1-26、及び1-27では、1Xでの記録感度が悪く、且つ2Xでの記録感度が若干劣っているが、繰り返し書き換え性能が良好であることがわかった。また、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が20mol%のサンプル1-15、1-19、1-24、及び1-

ー25では、1Xでの記録感度が若干劣っているが使用可能であることがわかった。また、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$  が20mol%より多く95mol%以下のサンプル1-4から1-14、1-17、1-18、及び1-21から1-23では、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。

なお、 $\text{In}_2\text{O}_3$  の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、または $\text{SiC}$ を用いたところ、同様の結果が得られた。また、 $\text{In}_2\text{O}_3$  の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、及び $\text{SiC}$ から選ばれる少なくとも二つの化合物を用いても、同様の結果が得られた。

#### (実施例2)

実施例2では、図3の情報記録媒体24を作製し、第2誘電体層306の材料と、第2情報層25の記録感度、及び繰り返し書き換え性能との関係を調べた。具体的には、第2誘電体層306の材料が異なる第2情報層25を含む情報記録媒体24のサンプルを作製し、第2情報層25の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板14として、レーザビーム11を導くための案内溝(深さ20nm、トラックピッチ0.32 $\mu\text{m}$ )が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ1.1mm)を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第2反射層208として $\text{Ag-Pd-Cu}$ 層(厚さ:80nm)、第2誘電体層306(厚さ:10~20nm)、第2記録層304として $\text{Ge}_{28}\text{Sn}_3\text{Bi}_2\text{Te}_{34}$ 層(厚さ:10nm)、第1界面層303として $(\text{ZrO}_2)_{50}(\text{CrO}_2)_{350}$ 層(厚さ:5nm)、第1誘電体層302として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層(厚さ:60nm)を順次スパッタリング法によって積層した。

次に、第1誘電体層302上に紫外線硬化性樹脂を塗布し、その上に案内溝(深さ20nm、トラックピッチ0.32 $\mu\text{m}$ )を形成した基板をかぶせて密着し回転させることによって均一な樹脂層を形成し、樹脂を硬化させた後に基板をはがした。この工程によって、レーザビーム11を導く案内溝が第1情報層23側に形成された厚さ25 $\mu\text{m}$ の光学分離層17を形成した。

その後、光学分離層17の上に、透過率調整層209として $\text{TiO}_2$ 層(厚さ:20nm)、

第1反射層208としてAg-Pd-Cu層(厚さ:10nm)、第4界面層205として $(\text{ZrO}_2)_2$   
 $(\text{SiO}_2)_5$   $(\text{GaO}_2)_{25}$   $(\text{O}_2)_3$   $(\text{O}_2)_{50}$  層(厚さ:10nm)、第1記録層204として $\text{Ge}_{28}$   $\text{Sn}_3$   $\text{Bi}_2$   $\text{Te}_{34}$  層(厚さ:  
 :6nm)、第3界面層203として $(\text{ZrO}_2)_2$   $(\text{SiO}_2)_{25}$   $(\text{CrO}_2)_3$   $(\text{O}_2)_{50}$  層(厚さ:5nm)、第3誘電  
 体層202として $(\text{ZnS})_{80}$   $(\text{SiO}_2)_{20}$  層(厚さ:40nm)を順次スパッタリング法によって積  
 層した。

最後に、紫外線硬化性樹脂を第3誘電体層202上に塗布し、ポリカーボネートシー  
 ト(直径120mm、厚さ65 $\mu\text{m}$ )を第3誘電体層202に密着し回転させることによって  
 均一な樹脂層を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、厚  
 さ75 $\mu\text{m}$ の透明層13を形成した。その後、第2記録層304、及び第1記録層204を  
 レーザビームで結晶化させる初期化工程を行った。以上のようにして、第2誘電体層  
 306の材料が異なる複数のサンプルを製造した。

このようにして得られたサンプルについて、図7の記録再生装置38を用いて、情報  
 記録媒体24の第2情報層25の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。こ  
 のとき、レーザビーム11の波長は405nm、対物レンズ34の開口数NAは0.85、測  
 定時のサンプルの線速度は4.9m/s、及び9.8m/s、最短マーク長(2T)は0.14  
 9 $\mu\text{m}$ とした。また、情報はグループに記録した。

情報記録媒体24の第2情報層25の第2誘電体層306の材料と、第2情報層25の  
 記録感度、及び繰り返し書き換え性能の評価結果について、線速度が4.9m/sの  
 場合(1X)の結果を表3に、線速度が9.8m/sの場合(2X)の結果を表4に示す。な  
 お、1Xでの記録感度については、12mW未満を○、12mW以上14mW未満を△、  
 14mW以上を×とした。また、2Xでの記録感度については、14mW未満を○、14m  
 W以上16mW未満を△、16mW以上を×とした。さらに、繰り返し書き換え性能につ  
 いては、繰り返し書き換え回数が1000回以上を○、500回以上1000回未満を△、  
 500回未満を×とした。

(表3)



サンプル No.	第2誘電体層106の材料	記録感度	繰り返し 書き換え性能
2-1	$(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$	○	×
2-2	$\text{Dy}_2\text{O}_3$	○	○
2-3	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$	○	○
2-4	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{ZrO}_2)_5$	○	○
2-5	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{50}$	○	○
2-6	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{45}$	○	○
2-7	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{SiO}_2)_{50}$	○	○
2-8	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{50}$	○	○
2-9	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{45}$	○	○
2-10	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
2-11	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
2-12	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
2-13	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
2-14	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{30}(\text{ZrO}_2)_{70}$	○	○
2-15	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{80}$	△	○
2-16	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{90}$	×	○
2-17	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
2-18	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{In}_2\text{O}_3)_{50}$	○	○
2-19	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{80}$	△	○
2-20	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{In}_2\text{O}_3)_{90}$	×	○
2-21	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{90}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
2-22	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
2-23	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
2-24	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_{75}$	△	○
2-25	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{75}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	△	○
2-26	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{80}(\text{In}_2\text{O}_3)_{10}$	×	○
2-27	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_2(\text{In}_2\text{O}_3)_{88}$	×	○

(表4)

サンプル No.	第2誘電体層106の材料	記録感度	繰り返し 書き換え性能
2-1	$(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$	○	×
2-2	$\text{Dy}_2\text{O}_3$	○	○
2-3	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$	○	○
2-4	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{ZrO}_2)_5$	○	○
2-5	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{50}$	○	○
2-6	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{45}$	○	○
2-7	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{SiO}_2)_{50}$	○	○
2-8	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{50}$	○	○
2-9	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{45}$	○	○
2-10	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
2-11	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
2-12	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
2-13	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
2-14	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{30}(\text{ZrO}_2)_{70}$	○	○
2-15	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{80}$	○	○
2-16	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{90}$	△	○
2-17	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
2-18	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{In}_2\text{O}_3)_{50}$	○	○
2-19	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{80}$	○	○
2-20	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{In}_2\text{O}_3)_{90}$	△	○
2-21	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{90}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
2-22	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
2-23	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
2-24	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_{75}$	○	○
2-25	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{75}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
2-26	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{80}(\text{In}_2\text{O}_3)_{10}$	△	○
2-27	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_2(\text{In}_2\text{O}_3)_{88}$	△	○

この結果、第2誘電体層306に $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を用いたサンプル2-1では、ZnSに含まれる硫黄が記録層に拡散してしまうため、1X、及び2Xでの繰り返し書き換え性能が悪いことがわかった。また、第2誘電体層306に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ を用いたサンプル2-2、及び $(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$ を用いたサンプル2-3では、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。また、第2誘電体層306に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、及び $\text{In}_2\text{O}_3$ の混合物を用いた場合、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が10mol%のサンプル2-16、2-20、2-26、及び2-27では、1Xでの記録感度が悪く、且つ2Xでの記録感度が若干劣っているが、繰り返し書き換え性能が良好であることがわかった。また、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が20mol%のサンプル2-15、2-19、2-24、及

び2-25では、1Xでの記録感度が若干劣っているが使用可能であることがわかった。また、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が20mol%より多く95mol%以下のサンプル2-4から2-14、2-17、2-18、及び2-21から2-23では、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。

なお、 $\text{In}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、または $\text{SiC}$ を用いたところ、同様の結果が得られた。また、 $\text{In}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、及び $\text{SiC}$ から選ばれる少なくとも二つの化合物を用いても、同様の結果が得られた。

#### (実施例3)

実施例1において、第2界面層105を配置したところ、情報記録媒体15の情報層16の繰り返し書き換え回数が向上した。同様に、実施例2において、第2界面層305を配置したところ、情報記録媒体24の第2情報層25の繰り返し書き換え回数が向上した。なお、第2界面層105、及び第2界面層305の材料は、Zr、Hf、Y及びSiから選ばれる少なくとも一つの元素と、Ga、In及びCrから選ばれる少なくとも一つの元素とOを含むことが好ましく、この場合、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 及び $\text{SiO}_2$ から選ばれる少なくとも一つの酸化物と、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 及び $\text{Cr}_2\text{O}_3$ から選ばれる少なくとも一つの酸化物を含むことが好ましいこともわかった。

#### (実施例4)

実施例4では、図3の情報記録媒体24を作製し、第4誘電体層206の材料と、第1情報層23の記録感度、及び繰り返し書き換え性能との関係を調べた。具体的には、第4誘電体層206の材料が異なる第1情報層23を含む情報記録媒体24のサンプルを作製し、第1情報層23の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板14として、レーザビーム11を導くための案内溝(深さ20nm、トラックピッチ0.32 $\mu\text{m}$ )が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ1.1mm)を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第2反射層208としてAg-Pd-Cu層(厚さ:80nm)、第2誘電体層306としてD

$y_2 O_3$  層 (厚さ: 15nm)、第2界面層305として  $(ZrO_2)_{50} (In_2 O_3)_{50}$  層 (厚さ: 5nm)、第2記録層304として  $Ge_{28} Sn_3 Bi_2 Te_{34}$  層 (厚さ: 10nm)、第1界面層303として  $(ZrO_2)_{50} (Cr_2 O_3)_{50}$  層 (厚さ: 5nm)、第1誘電体層302として  $(ZnS)_{80} (SiO_2)_{20}$  層 (厚さ: 60nm) を順次スパッタリング法によって積層した。

次に、第1誘電体層302上に紫外線硬化性樹脂を塗布し、その上に案内溝 (深さ20nm、トラックピッチ0.32  $\mu m$ ) を形成した基板をかぶせて密着し回転させることによって均一な樹脂層を形成し、樹脂を硬化させた後に基板をはがした。この工程によって、レーザビーム11を導く案内溝が第1情報層23側に形成された厚さ25  $\mu m$  の光学分離層17を形成した。

その後、光学分離層17の上に、透過率調整層209として  $TiO_2$  層 (厚さ: 20nm)、第1反射層208として Ag-Pd-Cu 層 (厚さ: 10nm)、第4誘電体層206 (厚さ: 5nm) 第4界面層205として  $(ZrO_2)_{25} (SiO_2)_{25} (In_2 O_3)_{50}$  層 (厚さ: 5nm)、第1記録層204として  $Ge_{28} Sn_3 Bi_2 Te_{34}$  層 (厚さ: 6nm)、第3界面層203として  $(ZrO_2)_{25} (SiO_2)_{25} (Cr_2 O_3)_{50}$  層 (厚さ: 5nm)、第3誘電体層202として  $(ZnS)_{80} (SiO_2)_{20}$  層 (厚さ: 40nm) を順次スパッタリング法によって積層した。

最後に、紫外線硬化性樹脂を第3誘電体層202上に塗布し、ポリカーボネートシート (直径120mm、厚さ65  $\mu m$ ) を第3誘電体層202に密着し回転させることによって均一な樹脂層を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、厚さ75  $\mu m$  の透明層13を形成した。その後、第2記録層304、及び第1記録層204をレーザビームで結晶化させる初期化工程を行った。以上のようにして、第4誘電体層206の材料が異なる複数のサンプルを製造した。

このようにして得られたサンプルについて、図7の記録再生装置38を用いて、情報記録媒体24の第1情報層23の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。このとき、レーザビーム11の波長は405nm、対物レンズ34の開口数NAは0.85、測定時のサンプルの線速度は4.9m/s、及び9.8m/s、最短マーク長 (2T) は0.149  $\mu m$  とした。また、情報はグループに記録した。

情報記録媒体24の第1情報層23の第4誘電体層206の材料と、第1情報層23の記録感度、及び繰り返し書き換え性能の評価結果について、線速度が4.9m/sの

場合(1X)の結果を表5に、線速度が9.8m/sの場合(2X)の結果を表6に示す。なお、1Xでの記録感度については、12W未満を○、12W以上14W未満を△、14W以上を×とした。また、2Xでの記録感度については、14W未満を○、14W以上16W未満を△、16W以上を×とした。さらに、繰り返し書き換え性能については、繰り返し書き換え回数が1000回以上を○、500回以上1000回未満を△、500回未満を×とした。

(表5)

サンプル No.	第2誘電体層106の材料	記録感度	繰り返し 書き換え性能
3-1	(ZnS) <sub>80</sub> (SiO <sub>2</sub> ) <sub>20</sub>	○	×
3-2	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	○	△
3-3	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>95</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub>	○	△
3-4	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>95</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>5</sub>	○	△
3-5	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>50</sub>	○	○
3-6	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>45</sub>	○	○
3-7	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (SiO <sub>2</sub> ) <sub>50</sub>	○	○
3-8	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (HfO <sub>2</sub> ) <sub>50</sub>	○	○
3-9	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> (HfO <sub>2</sub> ) <sub>45</sub>	○	○
3-10	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>25</sub> (SiO <sub>2</sub> ) <sub>25</sub>	○	○
3-11	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> (SiO <sub>2</sub> ) <sub>25</sub>	○	○
3-12	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (HfO <sub>2</sub> ) <sub>25</sub> (SiO <sub>2</sub> ) <sub>25</sub>	○	○
3-13	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> (HfO <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> (SiO <sub>2</sub> ) <sub>25</sub>	○	○
3-14	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>30</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>70</sub>	○	○
3-15	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>20</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>80</sub>	△	○
3-16	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>90</sub>	×	○
3-17	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>95</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub>	○	△
3-18	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub>	○	○
3-19	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>20</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>80</sub>	△	○
3-20	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>90</sub>	×	○
3-21	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>90</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub>	○	○
3-22	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>25</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>25</sub>	○	○
3-23	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>50</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>25</sub>	○	○
3-24	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>20</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>75</sub>	△	○
3-25	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>20</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>75</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>5</sub>	△	○
3-26	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>80</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub>	×	○
3-27	(Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>10</sub> (ZrO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>88</sub>	×	○

(表6)

サンプル No.	第2誘電体層106の材料	記録感度	繰り返し 書き換え性能
3-1	$(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$	○	×
3-2	$\text{Dy}_2\text{O}_3$	○	○
3-3	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$	○	○
3-4	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{ZrO}_2)_5$	○	○
3-5	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{50}$	○	○
3-6	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{45}$	○	○
3-7	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{SiO}_2)_{50}$	○	○
3-8	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{50}$	○	○
3-9	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{45}$	○	○
3-10	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
3-11	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
3-12	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{HfO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
3-13	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{HfO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{25}$	○	○
3-14	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{30}(\text{ZrO}_2)_{70}$	○	○
3-15	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{80}$	○	○
3-16	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{90}$	△	○
3-17	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	△
3-18	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{In}_2\text{O}_3)_{50}$	○	○
3-19	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{80}$	○	○
3-20	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{In}_2\text{O}_3)_{90}$	△	○
3-21	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{90}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
3-22	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
3-23	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{50}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5(\text{ZrO}_2)_{20}(\text{In}_2\text{O}_3)_{25}$	○	○
3-24	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_5(\text{In}_2\text{O}_3)_{75}$	○	○
3-25	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{20}(\text{ZrO}_2)_{75}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$	○	○
3-26	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_{80}(\text{In}_2\text{O}_3)_{10}$	△	○
3-27	$(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{10}(\text{ZrO}_2)_2(\text{In}_2\text{O}_3)_{88}$	△	○

この結果、第4誘電体層206に $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を用いたサンプル3-1では、ZnSに含まれる硫黄が記録層に拡散してしまうため、1X、及び2Xでの繰り返し書き換え性能が悪いことがわかった。また、第4誘電体層206に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ を用いたサンプル3-2、 $(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$ を用いたサンプル3-3、 $(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{ZrO}_2)_5$ を用いたサンプル3-4、及び $(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{In}_2\text{O}_3)_5$ を用いたサンプル3-17では、1Xでの繰り返し書き換え性能が若干劣っているが使用可能であることがわかった。また、第4誘電体層206に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、及び $\text{In}_2\text{O}_3$ の混合物を用いた場合、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が10mol%のサンプル3-16、3-20、3-26、及び3-27では、1Xでの記録感度が悪く、且つ2Xでの記録感度が若干劣っているが、繰り返し書き換え性能が良好であ

ることがわかった。また、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$  が20mol%のサンプル3-15、3-19、3-24、及び3-25では、1Xでの記録感度が若干劣っているが使用可能であることがわかった。また、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$  が20mol%より多く95mol%未満のサンプル3-5から3-13、3-18、及び3-21から3-23では、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。

なお、 $\text{In}_2\text{O}_3$  の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、または $\text{SiC}$ を用いたところ、同様の結果が得られた。また、 $\text{In}_2\text{O}_3$  の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、及び $\text{SiC}$ から選ばれる少なくとも二つの化合物を用いても、同様の結果が得られた。

#### (実施例5)

実施例5では、図4の情報記録媒体29を作製し、実施例1と同様の実験を行った。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板26として、レーザビーム11を導くための案内溝(深さ40nm、トラックピッチ0.344  $\mu\text{m}$ )が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ0.6mm)を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第1誘電体層102として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層(厚さ:60nm)、第1界面層103として $(\text{ZrO}_2)_{50}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層(厚さ:5nm)、記録層104として $\text{Ge}_{28}\text{Sn}_3\text{Bi}_2\text{Te}_{34}$ 層(厚さ:10nm)、第2誘電体層106(厚さ:10~20nm)、反射層108として $\text{Ag-Pd-Cu}$ 層(厚さ:80nm)を順次スパッタリング法によって積層した。

その後、紫外線硬化性樹脂をダミー基板28上に塗布し、基板26の反射層108をダミー基板28に密着し回転させることによって均一な樹脂層(厚さ20  $\mu\text{m}$ )を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、接着層27を介して基板26とダミー基板28を接着させた。最後に、記録層104の全面をレーザビームで結晶化させる初期化工程を行った。

このようにして得られたサンプルについて、実施例1と同様の方法によって、情報記録媒体29の情報層16の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。このとき、レーザビーム11の波長は405nm、対物レンズ34の開口数NAは0.65、測定時の

サンプルの線速度は8.6m/s、及び17.2m/s、最短マーク長は0.294  $\mu$ mとした。また、情報はグループに記録した。

この結果、実施例1と同様に、第2誘電体層106に $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を用いた場合は、ZnSに含まれる硫黄が記録層に拡散してしまうため、1X、及び2Xでの繰り返し書き換え性能が悪いことがわかった。また、第2誘電体層106に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、及び $(\text{Dy}_{95}\text{O}_{23})_{23}$ を用いた場合、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。また、第2誘電体層106に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、及び $\text{In}_2\text{O}_3$ の混合物を用いた場合、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が20mol%以上、95mol%以下の範囲にある場合、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。

なお、 $\text{In}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、または $\text{SiC}$ を用いたところ、同様の結果が得られた。また、 $\text{In}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、及び $\text{SiC}$ から選ばれる少なくとも二つの化合物を用いても、同様の結果が得られた。

#### (実施例6)

実施例6では、図6の情報記録媒体32を作製し、実施例2と同様の実験を行った。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板26として、レーザビーム11を導くための案内溝(深さ40nm、トラックピッチ0.344  $\mu$ m)が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ0.6mm)を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第3誘電体層202として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層(厚さ:40nm)、第3界面層203として $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層(厚さ:5nm)、第1記録層204として $\text{Ge}_{28}\text{Sn}_3\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 層(厚さ:6nm)、第4界面層205として $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Ga}_2\text{O}_3)_{50}$ 層(厚さ:10nm)、第1反射層208として $\text{Ag-Pd-Cu}$ 層(厚さ:10nm)、透過率調整層209として $\text{TiO}_2$ 層(厚さ:20nm)を順次スパッタリング法によって積層した。

また、基板30として、レーザビーム11を導くための案内溝(深さ40nm、トラックピッチ0.344  $\mu$ m)が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ0.58mm)



を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第2反射層208としてAg—Pd—Cu層(厚さ:80nm)、第2誘電体層306(厚さ:10~20nm)、第2記録層304として $\text{Ge}_{28}\text{Sn}_3\text{Bi}_2\text{Te}_{34}$ 層(厚さ:10nm)、第1界面層303として $(\text{ZrO}_2)_{50}(\text{CrO}_2)_3$ 層(厚さ:5nm)、第1誘電体層302として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層(厚さ:60nm)を順次スパッタリング法によって積層した。

その後、紫外線硬化性樹脂を基板30の第1誘電体層302上に塗布し、基板26の透過率調整層209を基板30に密着し回転させることによって均一な樹脂層(厚さ20 $\mu\text{m}$ )を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、接着層27を介して基板26と基板30を接着させた。最後に、第2記録層304、及び第1記録層04の全面をレーザビームで結晶化させる初期化工程を行った。

このようにして得られたサンプルについて、実施例2と同様の方法によって、情報記録媒体32の第2情報層25の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。このとき、レーザビーム11の波長は405nm、対物レンズ34の開口数NAは0.65、測定時のサンプルの線速度は8.6m/s、及び17.2m/s、最短マーク長は0.294 $\mu\text{m}$ とした。また、情報はグループに記録した。

この結果、実施例2と同様に、第2誘電体層306に $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を用いた場合は、ZnSに含まれる硫黄が記録層に拡散してしまうため、1X、及び2Xでの繰り返し書き換え性能が悪いことがわかった。また、第2誘電体層306に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、及び $(\text{Dy}_2\text{O}_3)_{95}(\text{Y}_2\text{O}_3)_5$ を用いた場合、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。また、第2誘電体層306に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、及び $\text{In}_2\text{O}_3$ の混合物を用いた場合、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が20mol%以上、95mol%以下の範囲にある場合、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。

なお、 $\text{In}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{CrO}_2$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr—N}$ 、 $\text{Ge—N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、または $\text{SiC}$ を用いたところ、同様の結果が得られた。また、 $\text{In}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{CrO}_2$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr—N}$ 、 $\text{Ge—N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、及び $\text{SiC}$ から選ばれる少なくとも二つの化合物を用いても、同様の

結果が得られた。

(実施例7)

実施例5において、第2界面層105を配置したところ、情報記録媒体29の情報層16の繰り返し書き換え回数が向上した。同様に、実施例6において、第2界面層305を配置したところ、情報記録媒体32の第2情報層25の繰り返し書き換え回数が向上した。なお、第2界面層105、及び第2界面層305の材料は、Zr、Hf、Y及びSiから選ばれる少なくとも一つの元素と、Ga、In及びCrから選ばれる少なくとも一つの元素とOを含むことが好ましく、この場合、 $ZrO_2$ 、 $HfO_2$ 、 $Y_2O_3$  及び  $SiO_2$  から選ばれる少なくとも一つの酸化物と、 $Ga_2O_3$ 、 $In_2O_3$  及び  $Cr_2O_3$  から選ばれる少なくとも一つの酸化物を含むことが好ましいこともわかった。

(実施例8)

実施例8では、図6の情報記録媒体32を作製し、実施例4と同様の実験を行った。サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板26として、レーザビーム11を導くための案内溝(深さ40nm、トラックピッチ0.344  $\mu m$ )が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ0.6mm)を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第3誘電体層202として $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ 層(厚さ:40nm)、第3界面層203として $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ 層(厚さ:5nm)、第1記録層204として $Ge_{28}Sn_3Bi_2Te_3$ 層(厚さ:6nm)、第4界面層205として $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(In_2O_3)_{50}$ 層(厚さ:5nm)、第4誘電体層206(厚さ:5nm)、第1反射層208としてAg-Pd-Cu層(厚さ:10nm)、透過率調整層209として $TiO_2$ 層(厚さ:20nm)を順次スパッタリング法によって積層した。

また、基板30として、レーザビーム11を導くための案内溝(深さ40nm、トラックピッチ0.344  $\mu m$ )が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ0.58mm)を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第2反射層208としてAg-Pd-Cu層(厚さ:80nm)、第2誘電体層306として $Dy_2O_3$ 層(厚さ:15nm)、第2界面層305として $(ZrO_2)_{50}(In_2O_3)_{50}$ 層(厚さ:5nm)、第2記録層304として $Ge_{28}Sn_3Bi_2Te_{34}$ 層(厚さ:10nm)、第1界面層303として $(ZrO_2)_{50}(Cr_2O_3)_{50}$ 層(厚さ:5nm)、第1誘電体層302として $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ 層(厚さ:60nm)を順次スパッタリング法によって

積層した。

その後、紫外線硬化性樹脂を基板30の第1誘電体層302上に塗布し、基板26の透過率調整層209を基板30に密着し回転させることによって均一な樹脂層(厚さ20  $\mu\text{m}$ )を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、接着層27を介して基板26と基板30を接着させた。最後に、第2記録層304、及び第1記録層204の全面をレーザビームで結晶化させる初期化工程を行った。

このようにして得られたサンプルについて、実施例4と同様の方法によって、情報記録媒体32の第1情報層23の記録感度、及び繰り返し書き換え性能を測定した。このとき、レーザビーム11の波長は405nm、対物レンズ34の開口数NAは0.65、測定時のサンプルの線速度は8.6m/s、及び17.2m/s、最短マーク長は0.294  $\mu\text{m}$ とした。また、情報はグルーブに記録した。

この結果、実施例4と同様に、第4誘電体層206に $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ を用いた場合は、ZnSに含まれる硫黄が記録層に拡散してしまうため、1X、及び2Xでの繰り返し書き換え性能が悪いことがわかった。また、第4誘電体層206に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、及び $(\text{Dy}_{95}\text{O}_{95}\text{Y}_2\text{O}_3)_3$ を用いた場合、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。また、第4誘電体層206に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、及び $\text{In}_2\text{O}_3$ の混合物を用いた場合、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ が20mol%以上、95mol%以下の範囲にある場合、1X、及び2Xでの記録感度と繰り返し書き換え性能がともに良好であることがわかった。

なお、 $\text{In}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、または $\text{SiC}$ を用いたところ、同様の結果が得られた。また、 $\text{In}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、及び $\text{SiC}$ から選ばれる少なくとも二つの化合物を用いても、同様の結果が得られた。

#### (実施例9)

実施例1から実施例8において、記録層104、第1記録層204、または第2記録層304に $(\text{Ge-Sn})\text{Te}$ 、 $\text{GeTe-Sb}_2\text{Te}_3$ 、 $(\text{Ge-Sn})\text{Te-Sb}_2\text{Te}_3$ 、 $\text{GeTe-Bi}_2\text{Te}_3$ 、(

$(\text{Ge}-\text{Sn})\text{Te}-\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 、 $\text{GeTe}-(\text{Sb}-\text{Bi})_2\text{Te}_3$ 、 $(\text{Ge}-\text{Sn})\text{Te}-(\text{Sb}-\text{Bi})_2\text{Te}_3$ 、 $\text{GeTe}-(\text{Bi}-\text{In})_2\text{Te}_3$  及び  $(\text{Ge}-\text{Sn})\text{Te}-(\text{Bi}-\text{In})_2\text{Te}_3$  のいずれかで表される材料を用いたところ、同様の結果が得られた。

(実施例10)

実施例1から実施例9において、第2誘電体層106、第4誘電体層206、または第2誘電体層306に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Sc}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、または $\text{Yb}_2\text{O}_3$ を用いたところ、同様の結果が得られた。また、第2誘電体層106、第4誘電体層206、または第2誘電体層306に $\text{Dy}_2\text{O}_3$ の代わりに、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sc}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、及び $\text{Yb}_2\text{O}_3$ から選ばれる少なくとも二つの酸化物を含む化合物を用いたところ、同様の結果が得られた。

(実施例11)

実施例10では、図8の電気的情報記録媒体44を製造し、その電流の印加による相変化を確認した。

基板39として、表面を窒化処理したSi基板を準備し、その上に下部電極40としてPtを面積 $6\mu\text{m}\times 6\mu\text{m}$ で厚さ $0.1\mu\text{m}$ 、第1誘電体層401として $\text{Dy}_2\text{O}_3$ を $4.5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ で厚さ $0.01\mu\text{m}$ 、第1記録層41として $\text{Ge}_{22}\text{Bi}_2\text{Te}_{25}$ を面積 $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ で厚さ $0.1\mu\text{m}$ 、第2記録層42として $\text{Sb}_{70}\text{Te}_{25}\text{Ge}_5$ を面積 $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ で厚さ $0.1\mu\text{m}$ 、第2誘電体層402として $\text{Dy}_2\text{O}_3$ を $4.5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ で厚さ $0.01\mu\text{m}$ 、上部電極43としてPtを面積 $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ で厚さ $0.1\mu\text{m}$ に順次スパッタリング法により積層した。第1誘電体層401、及び第2誘電体層402は絶縁体である。従って、第1記録層41、及び第2記録層42に電流を流すため、第1誘電体層401、及び第2誘電体層402を第1記録層41、及び第2記録層42より小さい面積で成膜し、下部電極40、第1記録層41、第2記録層42、及び上部電極43が接する部分を設けている。

その後、下部電極40、及び上部電極43にAuリード線をボンディングし、印加部45を介して電気的情報記録再生装置50を電気的情報記録媒体44に接続した。この電気的情報記録再生装置50により、下部電極40と上部電極43の間には、パルス電源48がスイッチ47を介して接続され、さらに、第1記録層41及び第2記録層42の相変化による抵抗値の変化が、下部電極40と上部電極43の間にスイッチ49を介して接

続された抵抗測定器46によって検出される。

ここで、第1記録層41の融点 $T_{m1}$ は630℃、結晶化温度 $T_{x1}$ は170℃、結晶化時間 $t_{x1}$ は100nsである。また、第2記録層42の融点 $T_{m2}$ は550℃、結晶化温度 $T_{x2}$ は200℃、結晶化時間 $t_{x2}$ は50nsである。さらに、第1記録層41が非晶質相での抵抗値 $r_{a1}$ は500Ω、結晶相での抵抗値 $r_{c1}$ は10Ωであり、第2記録層42が非晶質相での抵抗値 $r_{a2}$ は800Ω、結晶相での抵抗値 $r_{c2}$ は20Ωである。

第1記録層41及び第2記録層42が共に非晶質相の状態1のとき、下部電極40と上部電極43の間に、図11の記録波形501において $I_{c1} = 5\text{mA}$ 、 $t_{c1} = 150\text{ns}$ の電流パルス印加したところ、第1記録層41のみが非晶質相から結晶相に転移した(以下、状態2とする)。また、状態1のとき、下部電極40と上部電極43の間に、図11の記録波形502において $I_{c2} = 10\text{mA}$ 、 $t_{c2} = 100\text{ns}$ の電流パルス印加したところ、第2記録層42のみが非晶質相から結晶相に転移した(以下、状態3とする)。また、状態1のとき、下部電極40と上部電極43の間に、図11の記録波形503において $I_{c2} = 10\text{mA}$ 、 $t_{c1} = 150\text{ns}$ の電流パルス印加したところ、第1記録層41及び第2記録層42が共に非晶質相から結晶相に転移した(以下、状態4とする)。

次に、第1記録層41及び第2記録層42が共に結晶相で低抵抗状態の状態4のとき、下部電極40と上部電極43の間に、図11の記録波形504において $I_{a1} = 20\text{mA}$ 、 $I_{c2} = 10\text{mA}$ 、 $t_{c2} = 100\text{ns}$ の電流パルス印加したところ、第1記録層41のみが結晶相から非晶質相に転移した(状態3)。また、状態4のとき、下部電極40と上部電極43の間に、図11の記録波形505において $I_{a2} = 15\text{mA}$ 、 $t_{a2} = 50\text{ns}$ の電流パルス印加したところ、第2記録層42のみが結晶相から非晶質相に転移した(状態2)。また、状態4のとき、下部電極40と上部電極43の間に、図11の消去波形506において $I_{a1} = 20\text{mA}$ 、 $t_{a1} = 50\text{ns}$ の電流パルス印加したところ、第1記録層41及び第2記録層42が共に結晶相から非晶質相に転移した(状態1)。

さらに、状態2もしくは状態3のとき、図11の記録波形503において $I_{c2} = 10\text{mA}$ 、 $t_{c1} = 150\text{ns}$ の電流パルス印加したところ、第1記録層41及び第2記録層42が共に非晶質相から結晶相に転移した(状態4)。また、状態2もしくは状態3のとき、図11の消去波形507において $I_{a1} = 20\text{mA}$ 、 $I_{c2} = 10\text{mA}$ 、 $t_{c1} = 150\text{ns}$ 、 $t_{a1} = 50\text{ns}$ の電流パル

スを印加したところ、第1記録層41及び第2記録層42が共に結晶相から非晶質相に転移した(状態1)。また、状態2のとき、図11の記録波形508において $I_{a1} = 20\text{mA}$ 、 $I_{c2} = 10\text{mA}$ 、 $t_{c2} = 100\text{ns}$ 、 $t_{a1} = 50\text{ns}$ 電流パルスを印加したところ、第1記録層41が結晶相から非晶質相に転移し、第2記録層42が非晶質相から結晶相に転移した(状態3)。また、状態3のとき、図11の記録波形509において $I_{a2} = 15\text{mA}$ 、 $I_{c1} = 5\text{mA}$ 、 $t_{c1} = 150\text{ns}$ 、 $t_{a2} = 50\text{ns}$ の電流パルスを印加したところ、第1記録層41が非晶質相から結晶相に転移し、第2記録層42が結晶相から非晶質相に転移した(状態2)。

以上の結果から、図8の電氣的相変化形情報記録媒体44では、第1記録層41及び第2記録層42のそれぞれを結晶相と非晶質相との間で電氣的に可逆変化させることができ、4つの状態(状態1:第1記録層41と第2記録層42が共に非晶質相、状態2:第1記録層41が結晶相で第2記録層42が非晶質相、状態3:第1記録層41が非晶質相で第2記録層42が結晶相、状態4:第1記録層41と第2記録層42が共に結晶相)を実現できることがわかった。

また、電氣的相変化形情報記録媒体44の繰り返し書き換え回数を測定したところ、第1誘電体層401、及び第2誘電体層402が無い場合に比べ10倍以上向上できることがわかった。これは、第1誘電体層401、及び第2誘電体層402が、第1記録層41及び第2記録層42への下部電極40及び上部電極43からの物質移動を抑制しているためである。

#### 産業上の利用可能性

[0007] 本発明にかかる情報記録媒体は、記録した情報を長時間保持できる性質(不揮発性)を有し、高密度の書き換え型及び追記型の光ディスク等として有用である。また電氣的不揮発性メモリ等の用途にも応用できる。

## 請求の範囲

- [1] レーザビームの照射または電流の印加によって情報を記録及び／または再生し得る記録層と、誘電体層とを少なくとも備え、  
前記誘電体層が、M1 (但し、M1はSc、Y、La、Gd、Dy及びYbから選ばれる少なくとも一つの元素)とOとを含む、情報記録媒体。
- [2] 少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、少なくとも一つの情報層が、レーザビームの照射または電流の印加によって情報を記録及び／または再生し得る記録層と、誘電体層とを少なくとも備え、  
前記誘電体層が、M1 (但し、M1はSc、Y、La、Gd、Dy及びYbから選ばれる少なくとも一つの元素)とOとを含む、情報記録媒体。
- [3] 前記誘電体層が、さらにM2 (但し、M2はZr、Hf及びSiから選ばれる少なくとも一つの元素)を含む、請求項1または2に記載の情報記録媒体。
- [4] 前記誘電体層が、さらにM3 (但し、M3はAl、Ga、Mg、Zn、Ta、Ti、Ce、In、Sn、Te、Nb、Cr、Bi、Al、Cr、Ge、N及びCから選ばれる少なくとも一つの元素)を含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の情報記録媒体。
- [5] 前記誘電体層が、組成式  

$$M1_a M2_b O_{100-a-b}$$
(但し、 $10 < a < 40$ 、 $0 < b < 25$  (原子%))  
と表される、請求項3に記載の情報記録媒体。
- [6] 前記誘電体層が、組成式  

$$M1_c M3_d O_{100-c-d}$$
(但し、 $5 < c < 45$ 、 $0 < d < 85$ 、 $25 < c + d < 95$  (原子%))  
と表される、請求項4に記載の情報記録媒体。
- [7] 前記誘電体層が、組成式  

$$M1_e M2_f M3_g O_{100-e-f-g}$$
(但し、 $5 < e < 40$ 、 $0 < f < 25$ 、 $0 < g < 85$ 、 $25 < e + f + g < 95$  (原子%))  
と表される、請求項4に記載の情報記録媒体。
- [8] 前記誘電体層が、 $M1_2 O_3$ を含む、請求項1または2に記載の情報記録媒体。
- [9] 前記誘電体層が、 $M1_2 O_3 - M2O_2$ と表される、請求項3に記載の情報記録媒体。
- [10] 前記誘電体層が、さらにD (但し、Dは $Al_2 O_3$ 、 $Ga_2 O_3$ 、 $MgO$ 、 $ZnO$ 、 $Ta_2 O_5$ 、 $TiO_2$ 、

$\text{CeO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  及び $\text{SiC}$ から選ばれる少なくとも一つの化合物)を含む、請求項8または9に記載の情報記録媒体。

[11] 前記誘電体層が、組成式  $(\text{M1O})_2(\text{M2O})_3$  (但し、 $20 \leq x \leq 95$  (mol%)) と表される、請求項9に記載の情報記録媒体。

[12] 前記誘電体層が、組成式  $(\text{M1O})_2(\text{D})_3$  (但し、 $20 \leq y \leq 95$  (mol%)) と表される、請求項10に記載の情報記録媒体。

[13] 前記誘電体層が、組成式  $(\text{M1O})_2(\text{M2O})_3(\text{D})_w$  (但し、 $20 \leq z \leq 90$ 、 $5 \leq w \leq 75$ 、 $25 \leq z + w \leq 95$  (mol%)) と表される、請求項10に記載の情報記録媒体。

[14] 前記記録層が、結晶相と非晶質相との間で相変化を起こす、請求項1から13のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

[15] 前記記録層が、 $\text{Sb}$ 、 $\text{Bi}$ 、 $\text{In}$ 及び $\text{Sn}$ から選ばれる少なくとも一つの元素と、 $\text{Ge}$ と、 $\text{Te}$ とを含む、請求項14に記載の情報記録媒体。

[16] 前記記録層が、 $(\text{Ge-Sn})\text{Te}$ 、 $\text{GeTe-Sb}_2\text{Te}_3$ 、 $(\text{Ge-Sn})\text{Te-Sb}_2\text{Te}_3$ 、 $\text{GeTe-Bi}_2\text{Te}_3$ 、 $(\text{Ge-Sn})\text{Te-Bi}_2\text{Te}_3$ 、 $\text{GeTe-(Sb-Bi)}_2\text{Te}_3$ 、 $(\text{Ge-Sn})\text{Te-(Sb-Bi)}_2\text{Te}_3$ 、 $\text{GeTe-(Bi-In)}_2\text{Te}_3$  及び  $(\text{Ge-Sn})\text{Te-(Bi-In)}_2\text{Te}_3$  のいずれかで表される、請求項15に記載の情報記録媒体。

[17] 前記誘電体層と前記記録層との間に、界面層をさらに備える、請求項1から16のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

[18] 前記界面層が、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{Y}$ 及び $\text{Si}$ から選ばれる少なくとも一つの元素と、 $\text{Ga}$ 、 $\text{In}$ 及び $\text{Cr}$ から選ばれる少なくとも一つの元素と、 $\text{O}$ とを含む、請求項17に記載の情報記録媒体。

[19] 前記界面層が、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$  及び  $\text{SiO}_2$  から選ばれる少なくとも一つの酸化物と、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$  及び  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  から選ばれる少なくとも一つの酸化物とを含む、請求項17に記載の情報記録媒体。

[20]  $\text{M1}$ が、 $\text{Dy}$ である、請求項1から19のいずれか一項に記載の情報記録媒体。



- [21] M1が、DyとYの混合物である、請求項1から19のいずれか一項に記載の情報記録媒体。
- [22] 記録層を成膜する工程及び誘電体層を成膜する工程を少なくとも含む情報記録媒体の製造方法であって、  
前記誘電体層を成膜する工程において、少なくともM1(但し、M1はSc、Y、La、Gd、Dy及びYbから選ばれる少なくとも一つの元素)とOを含むスパッタリングターゲットを用いる、情報記録媒体の製造方法。
- [23] 少なくとも二つの情報層を成膜する工程を含む情報記録媒体の製造方法であって、  
、  
少なくとも一つの前記情報層を成膜する工程が、記録層を成膜する工程及び誘電体層を成膜する工程を少なくとも含み、  
前記誘電体層を成膜する工程において、少なくともM1(但し、M1はSc、Y、La、Gd、Dy及びYbから選ばれる少なくとも一つの元素)とOを含むスパッタリングターゲットを用いる、情報記録媒体の製造方法。
- [24] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、さらにM2(但し、M2はZr、Hf及びSiから選ばれる少なくとも一つの元素)を含む、請求項22または23に記載の情報記録媒体の製造方法。
- [25] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、さらにM3(但し、M3はAl、Ga、Mg、Zn、Ta、Ti、Ce、In、Sn、Te、Nb、Cr、Bi、Al、Cr、Ge、N及びCから選ばれる少なくとも一つの元素)を含む、請求項22から24のいずれか一項に記載の情報記録媒体の製造方法。
- [26] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、組成式  $M_1 M_2 O_{100-h-i}$  (但し、 $5 < h < 45$ 、 $0 < i < 30$ (原子%))と表される、請求項24に記載の情報記録媒体の製造方法。
- [27] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、組成式  $M_1 M_3 O_{100-j-k}$  (但し、 $0 < j < 50$ 、 $0 < k < 90$ 、 $20 < j+k < 100$ (原子%))と表される、請求項25に記載の情報記録媒体の製造方法。
- [28] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、組成式

$M1 M2 M3 O$  (但し、 $0 < l < 45$ 、 $0 < m < 30$ 、 $0 < n < 90$ 、 $20 < l + m + n < 100$  (原子%))

と表される、請求項25に記載の情報記録媒体の製造方法。

[29] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、 $M1 O_{\frac{2}{3}}$ を含む、請求項22または23に記載の情報記録媒体の製造方法。

[30] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットの組成が、 $M1 O_{\frac{2}{3}} - M2 O_{\frac{2}{3}}$ と表される、請求項24に記載の情報記録媒体の製造方法。

[31] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、さらにD (但し、Dは $Al O_{\frac{2}{3}}$ 、 $Ga O_{\frac{2}{3}}$ 、 $MgO$ 、 $ZnO$ 、 $Ta O_{\frac{2}{5}}$ 、 $TiO_2$ 、 $CeO_2$ 、 $In O_{\frac{2}{3}}$ 、 $SnO_2$ 、 $TeO_2$ 、 $Nb O_{\frac{2}{5}}$ 、 $Cr O_{\frac{2}{3}}$ 、 $Bi O_{\frac{2}{3}}$ 、 $AlN$ 、 $Cr-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Si N_{\frac{3}{4}}$ 及びSiCから選ばれる少なくとも一つの化合物)を含む、請求項29または30に記載の情報記録媒体の製造方法。

[32] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、組成式  $(M1 O_{\frac{2}{3}})_s (M2 O_{\frac{2}{3}})_{100-s}$  (但し、 $15 \leq s < 100$  (mol%)) と表される、請求項30に記載の情報記録媒体の製造方法。

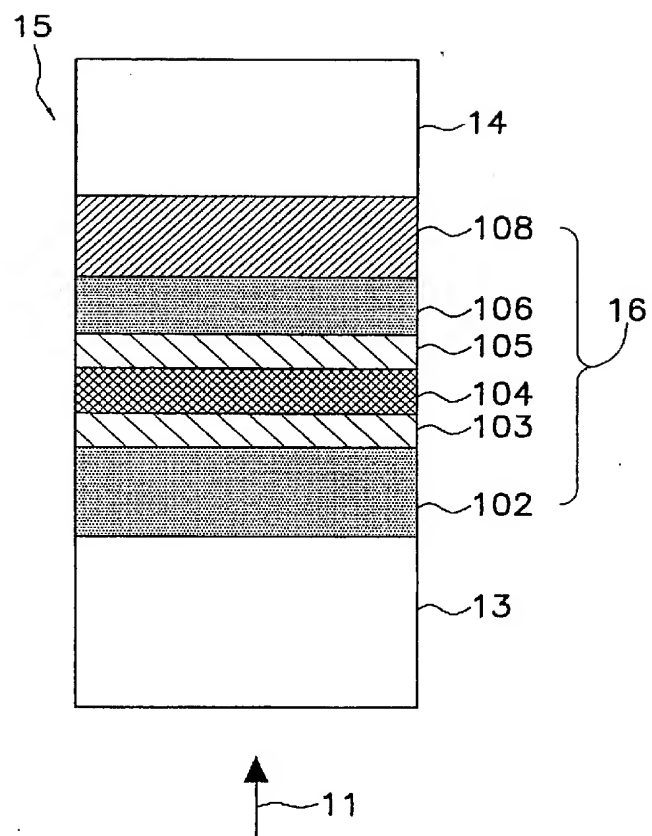
[33] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、組成式  $(M1 O_{\frac{2}{3}})_t (D)_{100-t}$  (但し、 $15 \leq t < 100$  (mol%)) と表される、請求項31に記載の情報記録媒体の製造方法。

[34] 前記誘電体層を成膜する工程で用いるスパッタリングターゲットが、組成式  $(M1 O_{\frac{2}{3}})_u (M2 O_{\frac{2}{3}})_v (D)_{100-u-v}$  (但し、 $15 \leq u \leq 95$ 、 $0 < v \leq 80$ 、 $15 < u + v < 100$  (mol%)) と表される、請求項31に記載の情報記録媒体の製造方法。

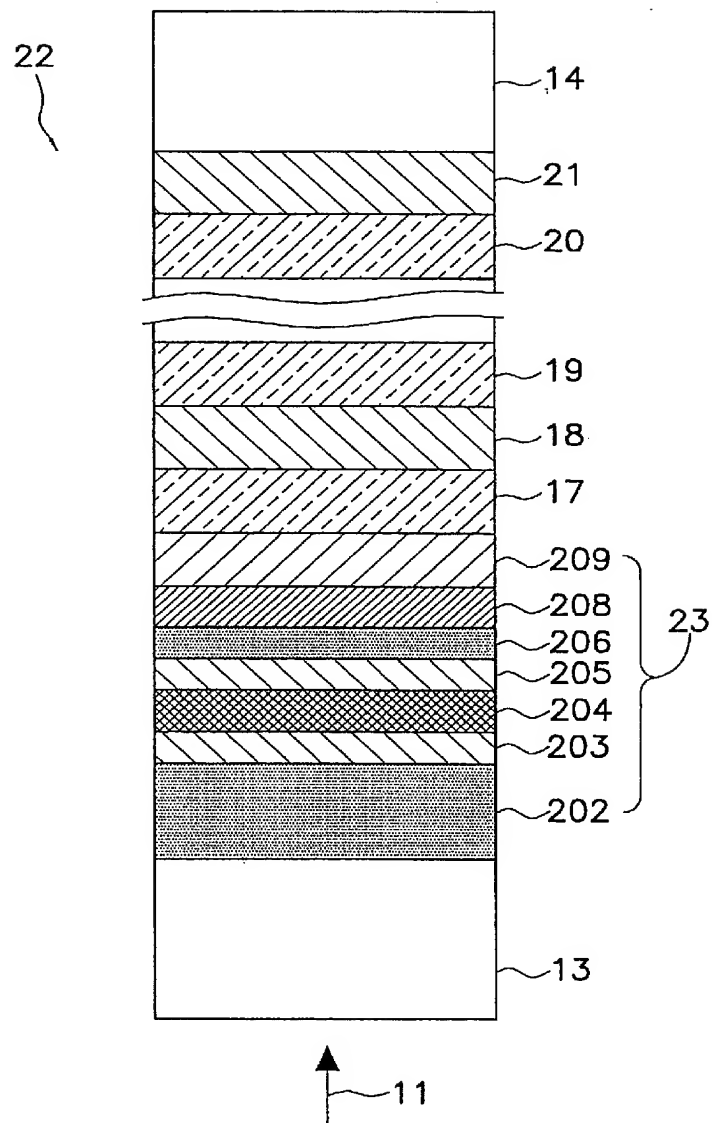
[35] 前記記録層を成膜する工程と前記誘電体層を成膜する工程の間に、界面層を成膜する工程をさらに備える、請求項22から34のいずれか一項に記載の情報記録媒体の製造方法。

[36] 前記誘電体層を成膜する工程において、Arガスを用いるか、またはArガスと $O_2$ ガスとの混合ガスを用いる、請求項22から35のいずれか一項に記載の情報記録媒体の製造方法。

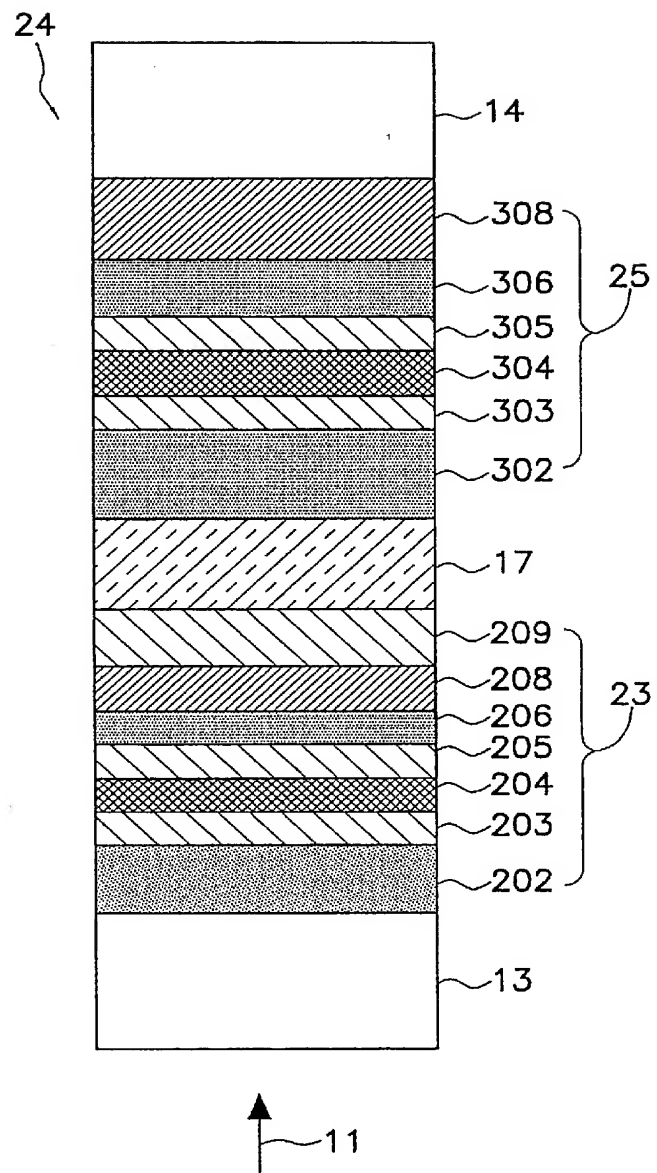
[図1]



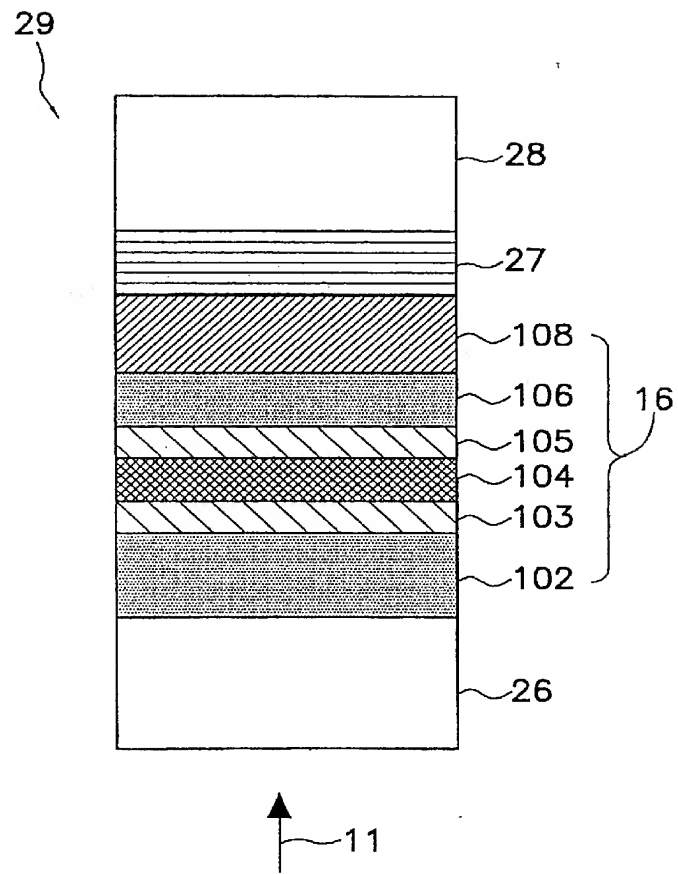
[図2]



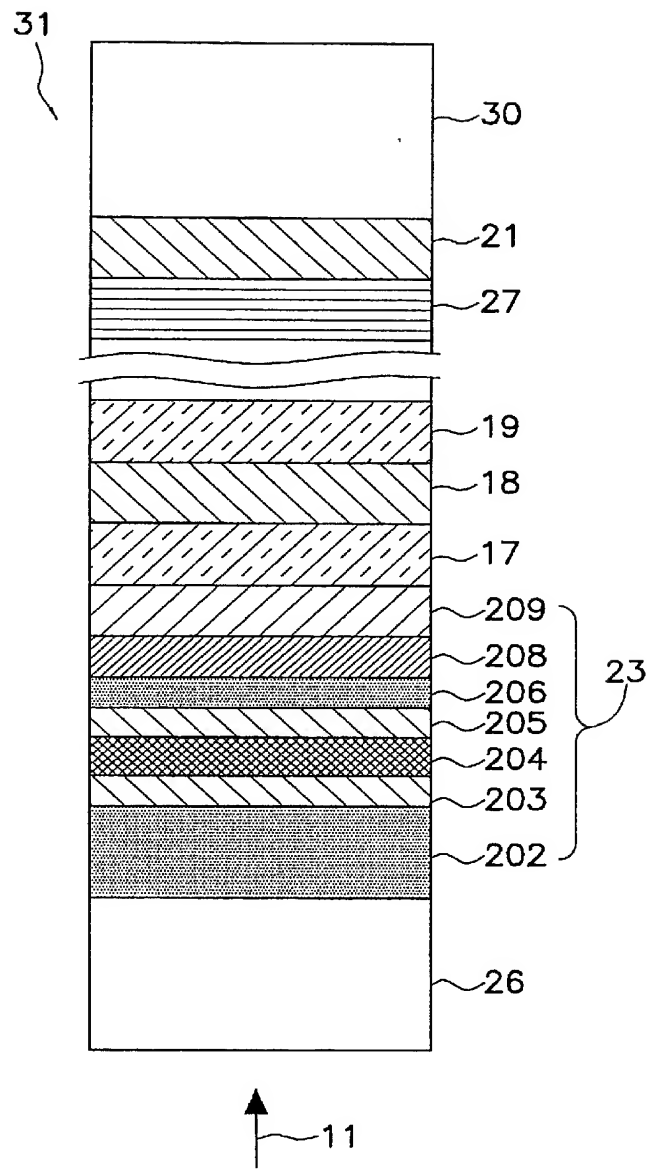
[図3]



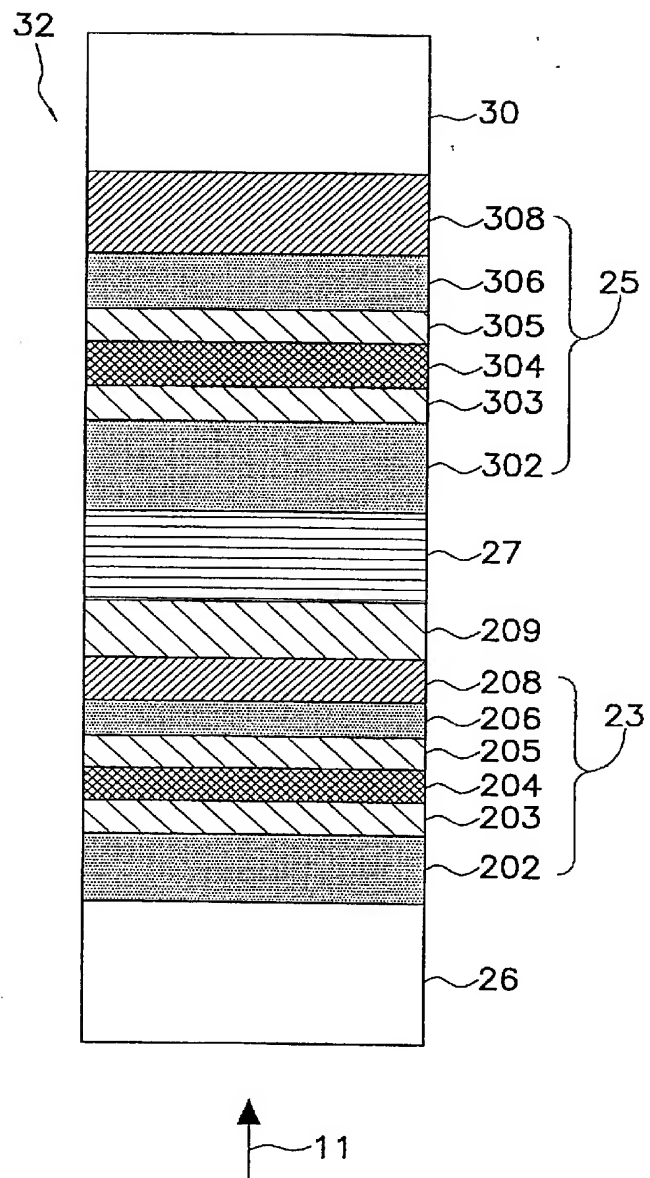
[図4]



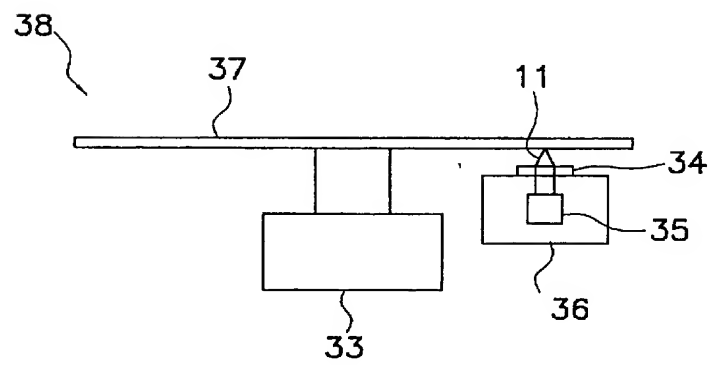
[図5]



[図6]

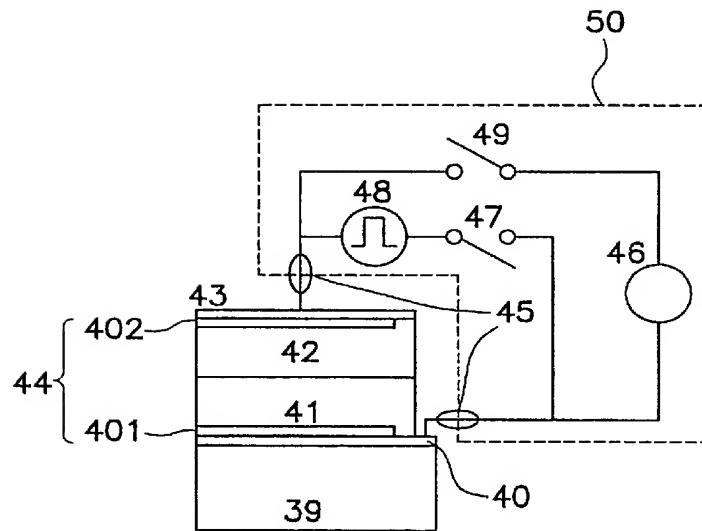


[図7]

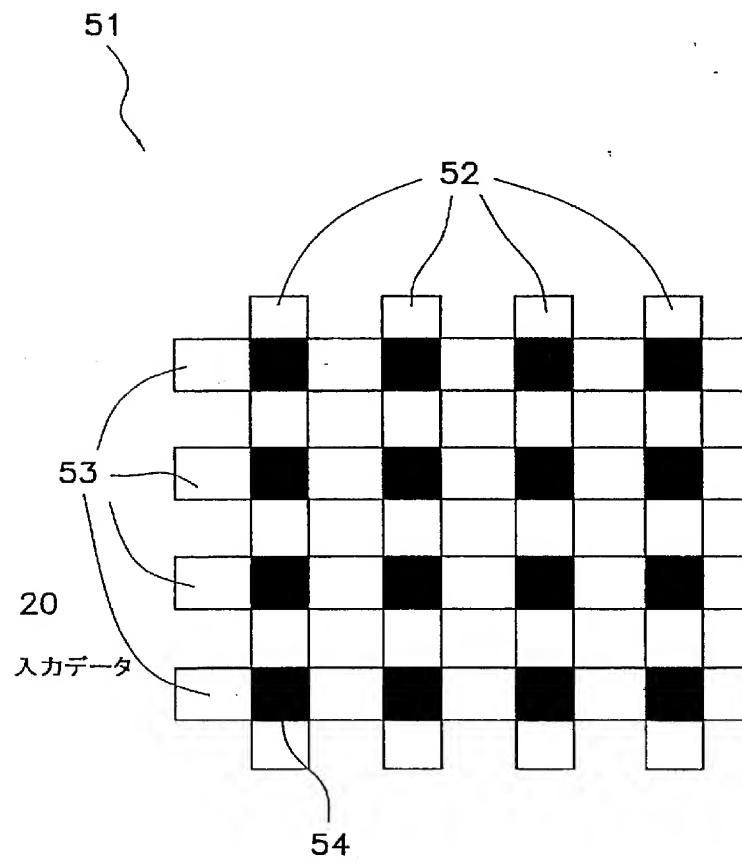




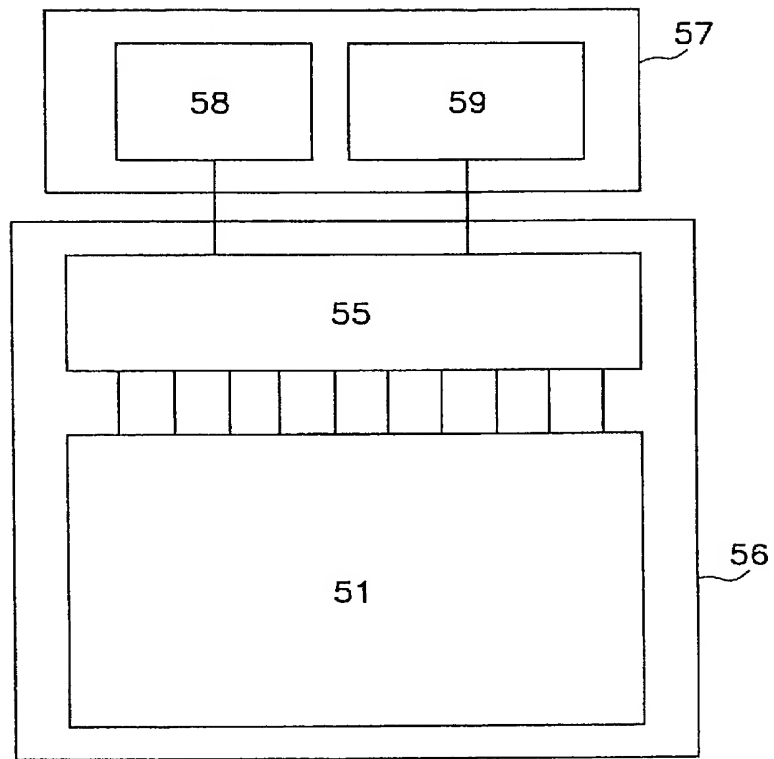
[図8]



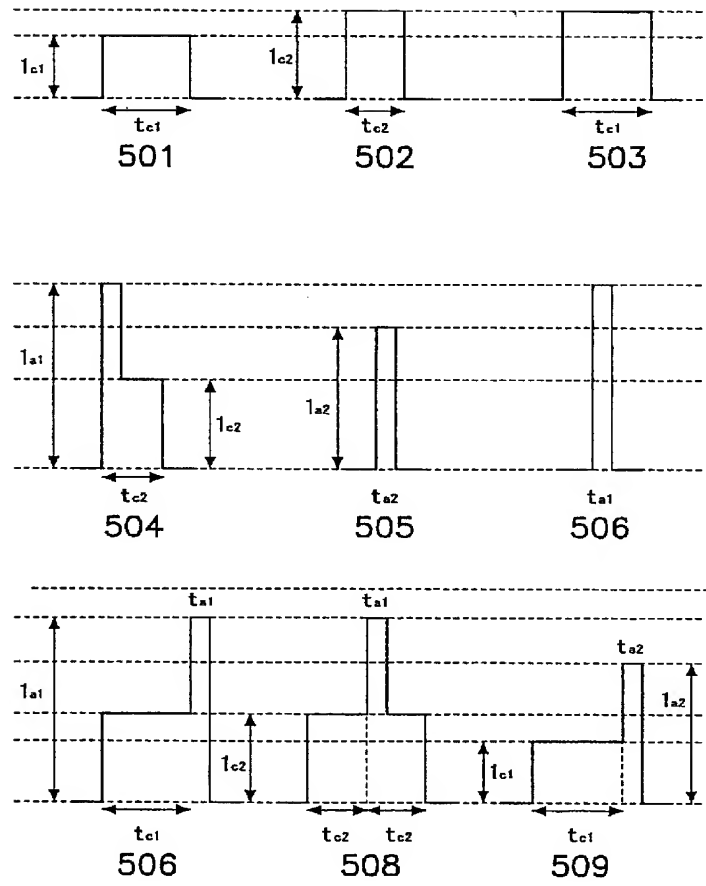
[図9]



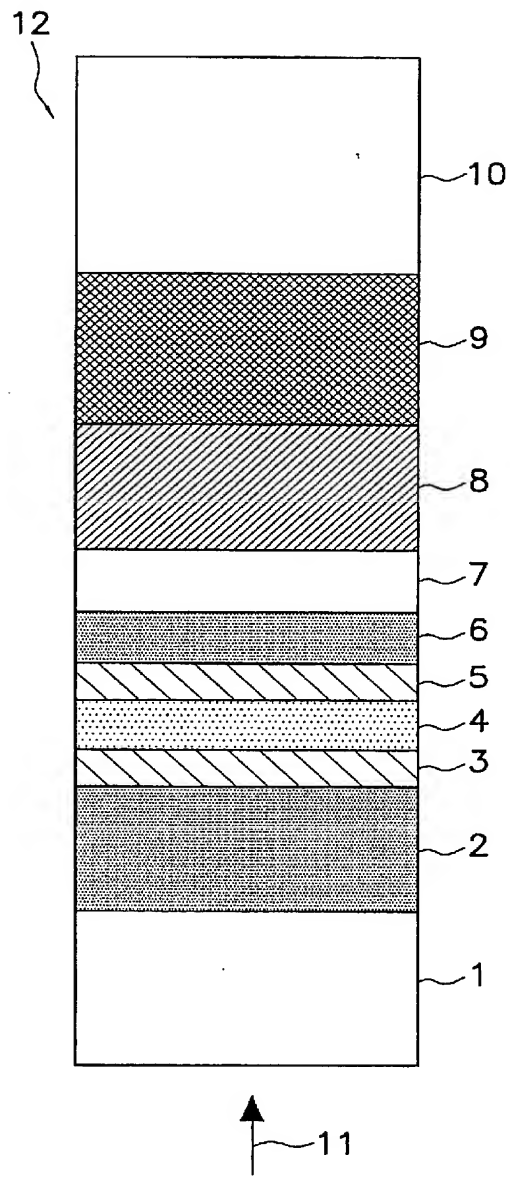
[図10]



[図11]



[図12]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016324

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**G11B7/257**(2006.01), **G11B7/254**(2006.01), **G11B7/243**(2006.01), **G11B7/24**(2006.01), **B41M5/26**(2006.01), **G11B7/26**(2006.01), **H01L27/105**(2006.01), **H01L45/00**(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

**G11B7/257**(2006.01), **G11B7/254**(2006.01), **G11B7/243**(2006.01), **G11B7/24**(2006.01), **B41M5/26**(2006.01), **G11B7/26**(2006.01), **H01L27/105**(2006.01), **H01L45/00**(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-311011 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 November, 2004 (04.11.04), Claims 1, 6, 10 to 12, 15, 16, 18, 19; Par. Nos. [0033] to [0036], [0041], [0060]; Figs. 1 to 4 & US 2004-0191686 A & EP 1463047 A1	1-19, 22-36
X	JP 2004-164850 A (TDK Corp.), 10 June, 2004 (10.06.04), Par. Nos. [0003], [0024], [0032], [0040] to [0043], [0059]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-17, 20-36

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
21 November, 2005 (21.11.05)

Date of mailing of the international search report  
06 December, 2005 (06.12.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/016324

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-206851 A (Ricoh Co., Ltd.), 22 July, 2004 (22.07.04), Claims 1, 2; Par. Nos. [0023] to [0027]; Fig. 1 & US 2004-0115559 A1 & EP 1418575 A1	1-19, 22-36
A	JP 2004-310992 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 November, 2004 (04.11.04), Full text; all drawings & US 2004-0191683 A & EP 1463043 A1	1-36
A	WO 03/044788 A1 (TDK Corp.), 30 May, 2003 (30.05.03), Full text; all drawings & US 2004-0202895 A & EP 1447795 A1	1-36
A	JP 11-339314 A (Toray Industries, Inc.), 10 December, 1999 (10.12.99), Full text; all drawings & JP 11-339315 A & JP 11-339316 A	1-36
A	JP 2003-341241 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 December, 2003 (03.12.03), Full text; all drawings & US 2003-0190447 A1 & EP 1351229 A2 & CN 1445770 A	1-36
A	JP 2004-273040 A (Ricoh Co., Ltd.), 30 September, 2004 (30.09.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-36

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. **G11B7/257** (2006.01), **G11B7/254** (2006.01), **G11B7/243** (2006.01), **G11B7/24** (2006.01), **B41M5/26** (2006.01), **G11B7/26** (2006.01), **H01L27/105** (2006.01), **H01L45/00** (2006.01)

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. **G11B7/257** (2006.01), **G11B7/254** (2006.01), **G11B7/243** (2006.01), **G11B7/24** (2006.01), **B41M5/26** (2006.01), **G11B7/26** (2006.01), **H01L27/105** (2006.01), **H01L45/00** (2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	<p>J P 2004-311011 A (松下電器産業株式会社) 2004.11.04, 【請求項1】, 【請求項6】, 【請求項10】 - 【請求項12】, 【請求項15】, 【請求項16】, 【請求項18】, 【請求項19】, 段落【0033】 - 【0036】, 【0041】, 【0060】, 【図1】 - 【図4】</p> <p>&amp; U S 2004-0191686 A</p> <p>&amp; E P 1463047 A1</p>	1-19, 22-36

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.11.2005

国際調査報告の発送日

06.12.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山崎 達也

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

5D

3564

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2004-164850 A (TDK株式会社) 2004. 06. 10, 段落【0003】、【0024】、【0032】、【0040】-【0043】、【0059】、【図1】-【図3】(ファミリーなし)	1-17, 20-36
X	J P 2004-206851 A (株式会社リコー) 2004. 07. 22, 【請求項1】、【請求項2】、段落【0023】-【0027】、【図1】 & US 2004-0115559 A1 & EP 1418575 A1	1-19, 22-36
A	J P 2004-310992 A (松下電器産業株式会社) 20 04. 11. 04, 全文, 全図 & US 2004-0191683 A & EP 1463043 A1	1-36
A	WO 03/044788 A1 (ティーディーケイ株式会社) 2 003. 05. 30, 全文, 全図 & US 2004-0202895 A & EP 1447795 A1	1-36
A	J P 11-339314 A (東レ株式会社) 1999. 12. 10, 全文, 全図 & J P 11-339315 A & J P 11-339316 A	1-36
A	J P 2003-341241 A (松下電器産業株式会社) 20 03. 12. 03, 全文, 全図 & US 2003-0190447 A1 & EP 1351229 A2 & CN 1445770 A	1-36
A	J P 2004-273040 A (株式会社リコー) 2004. 09. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-36